

La conscience du nouveau-né. Le critère électrophysiologique en médecine néonatale dans les hôpitaux parisiens 1946-1976

Bernard Andrieu

IUFM de Lorraine; LPHS — Archives Poincaré, Université de Nancy 2

Résumé. Dans le contexte de l'électrophysiologie des états de conscience, les recherches en néonatalogie se sont réalisées dans les services de prématurés des hôpitaux parisiens. Le service d'Electro-Neuro-Radiologie de l'Hôpital de la Pitié dirigé par le Docteur H. Fischgold., la Maternité de l'Hôpital St Antoine, sous la direction du Professeur agrégé M. Mayer, Le Centre des Prématurés de la Clinique Baudeloque sous la direction d'Alexandre Minkowski. Mais ce fut Colette Dreyfus-Brisac qui attacha son nom aux recherches longitudinales sur l'ontogenèse électrophysiologique des états de conscience des nouveau-nés.

Abstract. In France between the A. Fessard and M. Jouvét's school of electrophysiology, there is a clinical studies in hospital. By EEG, the neonate's brain in preterm and full-term infant define a new research just after the second mondial war in Paris. With longitudinal studies, the electrophysiology describes the neuromaturation and the development with their consequences for the definition of consciousness.

Introduction ¹

Comment définir la conscience et ses différents états dans le moment même de sa constitution ? Le débat sur la conscience [Depraz 2001,137] dans les sciences cognitives, est articulé entre deux positions contraires : le réductionnisme, par la naturalisation de la conscience, voudrait éliminer les états mentaux [Andrieu 1998, 35] tandis que les neurosciences cognitives défendent la thèse de l'émergence de la conscience [Roy 2001]. Vouloir établir les lois de la conscience [Missa 1999] est un projet philosophique ancien, mais la possibilité de décrire sa naissance et son fonctionnement dans la maturation du cerveau est récente.

La production d'un état mental est liée à sa cause fonctionnelle, à l'état neurobiologique du cerveau. En effet en cas de dysfonctionnement cérébral (amnésie, aphasie, anesthésie toxique), la qualité de l'état mental est soumise à la qualité de l'état cérébral. Mais ceci n'est valable que dans ce sens. Autrement dit, l'induction négative, engagée à partir de l'absence ou la dégradation de l'état cérébral, ne doit pas se transformer en déterminisme neurobiologique réductionniste. C'est-à-dire que le constat de dysfonctionnement mental à l'occasion de pathologie cérébrale ne doit pas constituer un discours positif et réducteur sur la localisation des états mentaux. Il faut reconnaître un champ spécifique aux états mentaux : quoique la pensée dépende du cerveau pour ses conditions fonctionnelles d'exercice, la cause cérébrale laisse une autonomie à l'effet mental.

Le cognitivisme défend cette thèse de l'identité faible ou occasionnelle, dite *token identity*. Selon le cognitivisme fonctionnaliste, autre nom de cette doctrine de l'identité occasionnelle, s'il est vrai qu'une identité existe entre chaque état mental particulier et un certain état neurophysiologique, cela n'interdit pas d'étudier, en psychologie cognitive, les représentations produites par ces états mentaux. Ainsi, D. Andler définit le système cognitif comme « un système formel incarné qui agit sur des représentations » [Andler 1987, 7-8]. Les systèmes cognitifs

1. Ce travail n'a été possible que grâce aux archives de l'Institut National d'Hygiène et de l'Inserm, consultés grâce à l'autorisation et l'aide d' Hélène Chambefort (Archives INSERM), et à Sylvain Riquier (Archives Assistance Publique. Hôpitaux de Paris). Beaucoup d'acteurs de cette recherche sont encore vivants et je remercie pour les entretiens des personnes suivantes : Claudine Amiel-Tison, Lilia Curzi-Dascalova, Colette Dreyfus-Brisac, Jeanne-Claudie Larroche, Albert Grenier, Jean-Pierre Lecanuet, Alexandre Minkowski, Nicole Monod, D. Samson-Dolfus, Suzanne Saint-Anne Dargassies, Jean-Pierre Relier, Michèle Couchard. Pour les archives de la Maternité de Nancy, merci au Pr. Paul Vert, et au Pr. J.P. Deschamp, Ecole de Santé Publique UHP Nancy 1.

peuvent avoir une représentation adéquate du monde, par l'élaboration d'un langage formel sous forme de faits et de règles. Ce langage formel est interne au système cognitif même s'il est communicable par la forme des énoncés et des règles. Le philosophe américain J. Fodor, dans la lignée de N. Chomsky, appelle ce langage formel interne le « langage de la pensée » ou *mentaux*.

Mais il ne suffit pas d'avoir un langage formel interne pour produire une cognition. Encore faut-il que la cognition soit une représentation symbolique sur laquelle le système cognitif puisse opérer. Qu'il s'agisse de l'homme ou de l'ordinateur, il possède tous deux la capacité de traiter à la fois les aspects formel et sémantique de la représentation. Au contraire lorsque l'on parle de la *représentation animale* [Gervet 1992], se pose la question de la pertinence de l'approche contemporaine de la cognition animale : s'il est vrai que « l'intervention de représentation suppose un calcul ou des procédures combinatoires opérant sur les résultats des traitements sensoriels ou perceptifs », Jacques Vauclair [Vauclair 2002] voit, dans le schéma stimulation-réponse, le moyen d'évaluer les capacités d'anticipation, et un début d'intentionnalité. Mais il faut sans doute reconnaître que la cognition s'exerce pleinement chez l'homme, là où elle reste conditionnée chez l'animal à une maîtrise sémantique de l'information et de la communication.

Le raisonnement humain se fonde sur un calcul. Mais ce calcul utilise des règles formelles au service de représentations symboliques. Une science cognitive a donc pu se développer, grâce à la faculté de l'homme d'examiner introspectivement ses contenus mentaux. Les comportements pourront être expliqués en fonction du contenu des états mentaux. Ainsi, la psychologie des attitudes propositionnelles compare les états mentaux à un système de signes et de symboles organisés dans la combinaison interne du « langage de la pensée ». Les travaux de la psychologie cognitive reconnaissent la représentation comme un état mental spécifique qui peut être formalisé. Pourtant la question de la réalité de ses formalisations a été le plus durement attaquée ces dernières années, et notamment au tour du problème de l'intentionnalité.

John Searle définit l'intentionnalité comme « la propriété en vertu de laquelle toutes sortes d'états et d'événements mentaux renvoient à ou concernent ou portent sur des objets et des états de choses du monde » [Searle, 1983, 19]. Mais ce renvoi au monde ne suffit pas. L'intentionnalité est une représentation qui se définit par son contenu et son mode, c'est-à-dire que les actes du langage définissent les conditions du contenu intentionnels. S'il est vrai que les états intentionnels sont « réalisés dans

la structure du cerveau », les actes du langage permettent de mesurer les performances intentionnelles des relations de représentation. Le débat va s'organiser autour du statut de la croyance et du désir : alors que Stephen Stich reproche aux croyances et aux désirs d'appartenir aux descriptions de la psychologie ordinaire, John Searle ne les élimine pas. Il reconnaît que tout état mental contient soit une croyance, soit un désir, ou les deux à la fois. Mais l'expérience de la perception et de l'action (influence de J. Austin) est plus forte dans la détermination du contenu intentionnel des états mentaux que la croyance et le désir. Dans la perception et l'action, la causalité intentionnelle doit répondre à des conditions de satisfaction telles que l'existence de l'état de choses perçues et l'occurrence du monde physique. La perception et l'action sont donc des formes biologiques de l'intentionnalité.

Daniel Dennett critique cette conception de John Searle pour souligner l'intentionnalité comme une stratégie. Car la stratégie intentionnelle « consiste à traiter l'objet dont vous voulez prédire le comportement comme un agent rationnel doté de croyance et de désirs... » (Dennett 1990, 27]. Là où J. Searle lie l'intentionnalité aux conditions biologiques de la cognition, il s'agit de faire de la prédiction la stratégie de l'interprète. Devenue une notion purement pragmatique, l'intentionnalité peut alors s'appliquer à tous les systèmes cognitifs susceptibles de produire des représentations symboliques.

Si le critère de la cognition s'applique bien à l'homme à partir de la reconnaissance de la représentation dans ses dimensions formelles et dans ses contenus, peut-on l'appliquer pour définir la conscience chez l'enfant et plus particulièrement chez le nouveau-né ? L'activité électrophysiologique du cerveau du nouveau-né, découverte et constatée comme nous le montrerons, pose le problème de la naissance, de la permanence et de la variation de la conscience. Si la conscience ne devait se définir, à la manière du Descartes des *Méditations Métaphysiques*, que comme l'activité pensante et réfléchie d'un sujet, le sommeil, le rêve et l'enfance seraient de l'inconscience. Or la maturation et le développement du cerveau chez le nouveau-né jusqu'à sa stabilisation myélinisée ouvrent un domaine d'observations inédites : d'une part les anomalies développementales définissent une conscience partielle ou altérée selon les régions lésées ; d'autre part l'intensité, l'orientation et l'activité de la conscience sont variables selon la succession des états de veille et les états de vigilance. Faut-il pour décrire ces travaux ne retenir que le critère de la division de la conscience comme pour les sujets héminégligents au cerveau divisé [Missa 1993, 85-111] ? Ou faut-il, plutôt, décrire la conscience comme un processus en cours d'acquisition selon ses conditions neuro-

biologiques ? Le nouveau-né, à la différence de l'épileptique et du patient *split-brain*, offre des anomalies plus ou moins réversibles et des modalités différenciées de la conscience.

Une psycho-physiologie de la conscience

« La découverte des ondes électriques du cerveau humain constitue une date dans l'histoire de la psycho-physiologie, science qui consiste dans l'étude objective des rapports entre le corps et l'esprit » [Delay 1950,38]. La psychologie des sensations, entrée dans le domaine scientifique depuis les travaux de Weber, de Fechner, d'Helmholtz et de Wundt, y trouve un nouvel instrument de mesure. Les modifications des ondes électriques consécutives à l'arrivée dans le cortex des messages sensitifs et sensoriels venus de la périphérie ont permis de distinguer différents niveaux de conscience et de vigilance. Jean Delay n'hésitait à conclure son essai sur *La psycho-physiologie* : « L'électro-encéphalographie est donc devenue pour ceux, psychologues et psychiatres, qui étudient l'activité du cerveau, une technique aussi indispensable que l'électrocardiographie pour ceux, physiologues et radiologues, qui étudient l'activité du cœur » [Delay, 1950,120]. Cette orientation de la psychologie vers la psycho-physiologie ouvre un champ clinique à la médecine en observant les modifications des états de conscience.

L'utilisation de l'électrophysiologie en médecine aura commencé en Angleterre à partir de 1850 par le recrutement de spécialistes hospitaliers et l'établissement de département d'électricité médicale, comme pour la fondation par Harry Lobb en 1861 du *London Galvanic Hospital* [Rhys Morus 1999, 251]. Pourtant l'électrophysiologie française doit aussi beaucoup aux travaux cliniques autour des prématurés, si bien que l'histoire de la médecine néonatale aura eu autant d'importance, ce que nous voudrions montrer, que l'histoire de la physiologie. Au plan international les premières recherches sur l'activité électrique du nouveau-né de la période 1929-1939. Après guerre les travaux américains de Hugues [Hugues 1948], allemands de Mai et Schaper [Mai 1951], trouvaient un écho dans ceux de F. Pichot [Pichot 1953] à Toulouse. En 1950 Arfel-Capdevielle [1950] soutient une thèse de Médecine à Paris intitulée *Activité électrique cérébrale du nouveau-né* dont *La semaine des Hôpitaux de Paris* fera un compte rendu le 22 juillet 1952 : elle y étudie plus particulièrement le développement ontogénétique, les interactions de la neuro-anatomie et de l'électro-physiologie chez le nouveau né. Mais elle souligne le peu de

coïncidence entre les données fournies par les embryologistes et la morphologie générale des tracés électro-encéphalographiques.

Un nouveau patient : Le nouveau-né à l'hôpital

La création de l'Assistance publique à l'enfance date du 19 octobre 1801. En 1802 l'hôpital des Enfants Malades, premier établissement joint à des chaires de médecine infantile créées dans les Facultés, est fondé à Paris [Dupont 1999 ; Gelis 1978 ; Imbert 1966 ; Rossant 1978]. Le transfert à Nancy de la Faculté de médecine de Strasbourg fait de Nancy en 1872 une Faculté de Médecine. La première consultation de nourrissons a été créée en France par Adolphe Herrgott (1849-1927) dans la maternité de Nancy [Derech 1994] en 1890, sous le nom de l'œuvre de la maternité « où les mères sont revues après l'accouchement et reçoivent une allocation » [Laplane 1979, 175]. A. Herrgott est le fils de François Joseph Herrgott (1814-1907) titulaire de la chaire d'accouchement et de maladies des enfants à Nancy créée pour la première fois en France à Strasbourg par Pierre-René Flamant (1762-1833) dont le successeur en 1878 sera Joseph-Alexis Stoll (1803-1896).

En 1892 Variot fonde à Belleville, dans un quartier pauvre de Paris, un dispensaire de nourrissons. Mais, dans un contexte plus médical que social, Pierre-Constant Budin (1846-1907) créa la même année à l'Hôpital de la Charité où il était accoucheur une consultation externe pour les nourrissons nés dans son Service. L'efficacité reconnue de ces consultations est telle qu'en 1905 à Paris il en existait déjà vingt-cinq. P. Budin créa celle de la clinique Tarnier en 1898. Le site de Port-Royal, avant de devenir l'Hôpital Tarnier et la clinique Baudelocque regroupés aujourd'hui sous le nom d'Hôpital Port-Royal de l'Assistance Publique, possédait une maternité et une école de sages-femmes (créée en 1802 par Chaptal). Celle-ci recueillait depuis le début du XIX^e siècle les nouveau-nés en les divisant en deux groupes : 1. Les enfants sains pesant plus de six livres ; 2. Les enfants, pesant moins de six livres restaient sur place, même si la moitié de cette population demeurerait débile ou devait traverser les séquelles d'une prématurité.

En 1895 Adolphe Pinard (1844-1934) introduit le terme de puériculture intra-utérine ou anténatale. Avant de pouvoir constituer les modèles clinique et expérimental doivent leurs existences épistémologiques aux travaux d'A. Pinard car il inventa un nouveau patient, le fœtus [Herschkorn 1996]. Afin d'améliorer la survie des prématurés un premier modèle de couveuse fut expérimentée à la maternité de Port-Royal en

1880. Etienne Tarnier (1828-1897) inspira à son interne Auvard l'idée d'une couveuse individuelle, réalisée en 1883. A. Pinard à Lariboisière et P. Budin à la Charité développèrent le principe d'un isolement du prématuré dans un milieu dont la température est stable et constante et dont l'air est humidifié ; Mme Henry, sage-femme en chef de la Maternité de la Charité dirigea le service spécial des prématurés de 1891 à 1894 avant sa succession par P. Budin de 1896 à 1907. E. Tarnier, quant à lui, ajouta au principe de l'isolement une hygiène pasteurienne et un régime alimentaire spécifique. Grâce à la couveuse, les statistiques de 1879 à 1882 dans les maternités de Port-Royal montrèrent que la mortalité des enfants, pesant de moins de 2 kilos à la naissance, passait de 66 % à 38 %.

Si l'immaturation est suffisamment reconnue pour définir les bases de la réanimation néonatale, C.M. Billard avait su distinguer, dans le premier *Traité Des maladies des enfants nouveau-nés et à la mamelle* en 1828, la pathologie post-natale et la pathologie intra-utérine. Les fœtopathies furent étudiées au cours du XIXe siècle par l'observation clinique et les découvertes biologiques et physiologiques puis bactériologiques. Il faut attendre J.W. Ballantyne (1861-1923) pour qu'en 1901 la pathologie embryonnaire et la pathologie foetale soient véritablement distinguées. F.L. Valleix, en 1838 avait tenté d'établir une sémiologie objective dans son ouvrage *Clinique des maladies des enfants nouveau-nés*.

De l'observation à l'expérimentation

La limite de l'observation biographique, depuis celles de D. Tiedemann (1787), C. Darwin (1877), F.H. Champneys (1881), W. Preyer (1882), A. Binet (1890) G.S. Hall (1891), M.W. Shinn (1893-1899), T.S. Lowden (1895), D.R. Major (1906), est d'étudier le développement du comportement du bébé sans expérimentation et vérification objective. W. Preyer avait su, dans son ouvrage de 1882 *L'esprit de l'enfant*, étudier le développement mental de son jeune fils, finalisant les trois directions dans la construction de la motilité et de la sensibilité du fœtus humain. Dans la méthode expérimentale le contrôle et la mesure sont appliqués aux conditions de stimulations de nouveau-nés et à leurs réactions comme organismes individuels. Ni les observations par coupes transversales à âges successifs d'A. Kussmaul (1859), d'A. Genzmer (1873) et de T. Kroner (1881), ni l'introduction d'excitations expérimentales sans contrôle ni mesure par F. Peterson, L.H. Rainey (1910) et de M.G. Blanton (1917) n'ont pu dépasser les rudiments de la méthode expérimentale.

La méthode longitudinale appliquée au nouveau-né commença à enregistrer les réactions, plantaires [Engstler 1905], circulaires [Betcherew 1908] et respiratoires [Canestrini 1903] au début du XXe siècle. F.G. Benedict et F.B. Talbot (1914) enregistrèrent les mouvements spontanés des nouveau-nés par un berceau enregistreur. Dès 1924 A. Peiper emploie un appareil de Morse modifié pour mesurer les temps de réaction du nouveau-né et imagine des contrôles de l'excitation pour l'étude de ses sensibilités thermique et de douleur. L'expérimentation est fondée sur la stimulation des nouveau-nés qui produisent des réactions aux excitations provoquées. Ainsi après avoir découvert un réflexe cervico-oculaire lié à l'intensité de l'excitation visuelle, A. Peiper (1926) fut le premier à aborder expérimentalement le problème de la vision des couleurs chez les enfants prématurés. Le Dr A.P. Weiss et S. Renshaws mesurent en 1926 les changements de posture corporelle de l'enfant : l'enregistrement objectif et automatique de l'activité du nouveau-né a été réalisé grâce à l'adaptation du stabilimètre polygraphe. Avec K.C. Pratt, (1930), qui a conçu un cabinet expérimental perfectionné par O.C. Irwin (1930) à l'Université de l'Etat d'Iowa, est introduit l'enregistrement cinématographique, puis, à partir de 1936 avec la mise au point technique de W.A. Hunt, F.M. Clarke et E.B. Hunt, le cinéma ultra-rapide : le dépassement des mécanismes sensori-moteurs s'accompagne ainsi désormais de la différenciation des temps de réaction. Au point de vue de la physiologie neuromusculaire, les travaux sur la chronaxie des nerfs et muscles du membre supérieur des nouveau-nés, initiés par G. Banu, G. Bourguignon et H. Laugier (1921) ouvrent la voie à J.R. Smith (1938) à l'électroencéphalographie de nouveau-né [Pratt 1930 ; Irwin 1930 ; Hunt 1936 ; Banu 1921 Smith 1938]. D.B. Lindsley (1938) pose en 1938 les principes d'un enregistrement des potentiels électriques du cerveau tant chez l'enfant que chez l'adulte.

Le réflexe est décrit par le temps de réaction et le type de réaction au moyen de stimulation ; son étude dans le développement de l'enfant, par H. Bersot (1920), M. Minkowski (1922) et A. Peiper (1925) prouve que la fonction peut précéder la myélinisation, suivant la loi myélinogénétique (1920) de Paul Fleschsig (1847-1929). L'apparition précoce des différents réflexes, visuels-auditifs-olfactifs-gustatifs-thermiques mais aussi aux mouvements, contacts, changement de position, prouve une sensibilité corporelle ; les réflexes servent de base au développement et à l'ébauche de réactions qui détermineront postures, motilité et mobilité de l'enfant. Le nouveau est conçu en tant que système de réflexes à travers des recherches entreprises sur l'enfant en voie de développement « suivant l'ordre décroissant de l'intensité des stimuli » [Carmichael 1952,

393]. A la théorie, qui décrit le comportement du nouveau-né en termes de réflexes simples et dissociés, s'oppose une conception de l'organisme généralisé qui étudie le comportement d'un point de vue ontogénétique.

Le contexte de la recherche : l'électrophysiologie de la conscience

La première innovation est l'amélioration du galvanomètre à ressort (en 1903) réalisée par le physiologiste hollandais William Einthoven (1860-1927). Il obtint le prix Nobel de Médecine pour sa découverte de l'électrocardiogramme en 1924. Par la fabrication de son propre rythme, l'activité du muscle cardiaque peut être inventoriée par la pose d'une électrode à la surface du corps. Le galvanomètre à ressort était un volt-mètre de masse très faible qui pouvait répondre aux signaux de quelques millivolts engendrés par le battement du cœur. Ainsi la possibilité d'enregistrer des courants de faible intensité commence dans la mesure de 0,1 à 1 millivolt. Le principe de l'enregistrement par la disposition d'électrodes est définitivement acquis, même si le problème est de passer de potentiels de 0, 1 à 1 millivolt à ceux du cerveau qui ne sont plus que de 10 à 200 microvolts.

L'électroencéphalogramme (EEG) fut mis au point la première fois en 1929 par Hans Berger (1842-1926), un psychiatre allemand, mais conserva un caractère expérimental. La technique de l'investigation électrophysiologique enregistre et analyse l'activité des générateurs bioélectriques cérébraux. En 1924, à Iéna, Hans Berger, aidé du sensible galvanomètre à corde, put recueillir le premier E.E.G. humain. Il publia en 1929 sa découverte des deux types d'activités électriques cérébrales quasi sinusoïdales, qu'il dénomma « rythme alpha », voisin de 10 cycles par seconde, et « rythme bêta », supérieur à 15 cycles par seconde. Selon J. A. Hobson, « Berger se posa la question cruciale : y a-t-il parallélisme entre un changement de l'activité électrique enregistrée et un changement de l'état de conscience ? Quand il demanda à ses sujets de fermer les yeux pour préluder au sommeil, il constata une accélération du rythme de leur E.G.G... Quand les cobayes de Berger ouvrirent les yeux, les ondes alpha furent bloquées. Le fait qu'un changement de la réception sensorielle ait un effet aussi remarquable sur l'E.E.G. constituait une forte présomption que celui-ci ne soit pas un artéfact » [Hobson 1988, 142].

La réduction méthodologique permise par l'E.E.G définit le seuil de conscience dans une dimension matérielle. Car, pour celui qui étudie la conscience, s'offre ici le moyen d'enregistrer matériellement les degrés

de l'activité des ondes, leur rythme. L'électrophysiologie des états de sujets ayant les yeux fermés introduit l'idée que la vision est un état de conscience différent de celui de la somnolence qui préfigure l'inconscience. Mais cet état ne signifie pas un défaut d'activité du cerveau puisque quand les sujets, demeurant les yeux fermés, s'endorment, les ondes de leur cerveau changent : on trouve un tracé lent et à forte amplitude que nous savons aujourd'hui être caractéristique du sommeil sans rêve ou à ondes lentes. La conscience ne se réduit pas aux ondes *alpha*, mais, lorsqu'il y a des ondes *alpha* avec une fréquence de 8 à 12 cycles par seconde, on peut constater un état conscient.

La confirmation [Dupont 1999, 153-159] et la reconnaissance des travaux de H. Berger seront dues à deux physiologistes anglais, Edgar Douglas Adrian (1889-1977), prix Nobel 1932, et Brian Matthews. Au début des années 1930, travaillant au laboratoire de physiologie de l'université de Cambridge, ils mirent au point le prototype de ce que l'on appelle aujourd'hui un oscilloscope. Cet enregistrement des potentiels d'action individuels, en utilisant des microélectrodes, a permis l'inventaire des ondes de leurs propres cerveaux. Ce progrès technique se porte sur l'amélioration de la qualité de détection : avec l'E.E.G de H. Berger on pouvait seulement enregistrer des rythmes dont les fréquences atteignent 30 cycles par seconde avec des amplitudes de 50 microvolts. Avec l'oscilloscope d'Adrian et Matthew, on parvient à détecter des fréquences de 150 cycles par seconde. Cet approfondissement dans la réduction méthodologique des potentiels d'action aura facilité le développement de la découverte du potentiel d'action : Julius Bernstein en était resté à une stimulation externe du nerf afin d'en calculer par le galvanomètre le temps de réponse ; cette mesure constituait une indication sur la vitesse de conduction lors de la stimulation dès lors que le sens du courant nerveux pouvait apparaître dans ses variations. En confirmant l'enregistrement interne des potentiels d'action de Berger, E.D. Adrian précipite l'électrophysiologie dans la description de la transmission cellulaire de l'information nerveuse.

Le rôle d'Alfred Fessard en France

Au cours des années 30, la microphysiologie cellulaire découvrit des potentiels d'action élémentaires, graduables, non propagés, observés initialement sur une algue Alfred Fessard (1900-1982) est un des premiers pionniers en 1925 de l'électrophysiologie en France [Fessard 1989]. Élève du psychologue Henri Piéron (1881-1964) qui a été l'auteur, en 1923, d'un ouvrage *Le Cerveau et la Pensée*, il entre en 1927 dans le laboratoire de

physiologie des sensations de Piéron. Il obtient en 1931 des crédits de la Fondation Singher-Polignac afin d'installer un oscillographe cathodique. Il introduit ainsi la technique de l'électroencéphalogramme dans les cercles médicaux français, en établissant une corrélation entre l'activité des états mentaux et les rythmes de l'électro-encéphalogramme [Buser 1982]. Il soutient sa thèse en 1936 sur l'activité rythmique des nerfs isolés et devient en 1942 Directeur du laboratoire de recherche et de technique biologique qui continuait le laboratoire des techniques d'enregistrement de l'Institut Marey. Avant la seconde guerre Mondiale [Imbert 1982], il se rend à Cambridge où il travaille avec Bryan Matthews ; puis après plusieurs visites de laboratoires de physiologie aux Etats-Unis dans l'immédiate après guerre, A. Fessard réalise l'importance de la nouvelle méthode d'exploration électrophysiologique, au point de réaliser les premières explorations intracellulaires des neurones dans le ganglia de l'Aphasia, dans le lobe électrique du Torpédo. Alfred Fessard installe grâce au CNRS [Picard 1992, 73] un « centre d'étude de physiologie nerveuse et d'électrophysiologie » le 21 juillet 1947 : il étudie l'électromyographie des muscles de l'homme dans le cas des réflexes tendineux ; il y réalise des micro-électrodes et se consacre plus particulièrement à l'étude de la torpille biophysique de l'électrogenèse au niveau cellulaire, la décharge du poisson torpille étant très utile. Henri Piéron, titulaire de la chaire de physiologie des sensations propose, en une note du 12 mai 1947, de lui créer une chaire de neurophysiologie générale qu'il occupera au Collège de France de 1949-1971.

Dans sa leçon inaugurale, faite le vendredi 9 décembre 1949, A.Fessard précise l'historique de l'électrophysiologie française. Il indique que l'électrophysiologie nerveuse est, au temps, ce que le microscope a été à l'espace : en effet, la réduction méthodologique d'une activité nerveuse est toujours plus profonde dans la mesure où les échelles inférieures, les centièmes, millièmes, dix-millièmes, cent-millièmes de secondes, sont des unités utiles pour décrire les cinétiques superposées et interdépendantes. Il y précise la fécondité physiologique des travaux d'Henri Piéron pour la psychologie dès lors que, A. Fessard cite Ramon y Cajal, "la psychologie peut mieux aider à la connaissance du cerveau que celle-ci à la connaissance des phénomènes psychologiques » [Berthoz, 1999, 320]. A. Fessard souligne ce que nous appelons ici le risque de réduction idéologique au sein même de l'électrophysiologie, lorsqu'il évoque ceux qui, partant du complexe pour expliquer le simple, considèrent les oscillations de l'électroencéphalogramme comme le prototype de l'activité nerveuse. L'électrophysiologie est redevable à A. Fessard d'avoir distingué le moyen technique de réduction de positions trop radicales. Dans ce cadre

là, A. Fessard s'honore d'être l'élève, en France, d'E.D. Adrian. L'électro-physiologie lui semble le meilleur moyen pour dresser les cartes fonctionnelles des centres nerveux, par la méthode des stimulations localisées, ou en enregistrant l'activité électrique de différents points. A. Fessard pense ici notamment aux travaux de Wilder Graves Penfield (1891-1976) qui, dès les années trente, applique les techniques de stimulation directe du cortex cérébral à la recherche de la localisation des aires qui sont responsables, dans le cortex, de l'élaboration des impulsions sensorielles et motrices. De 1934 à 1954, W.G. Penfield fut professeur de neurologie et de neurochirurgie à la Mc Gill Université de Montréal où il dirigea le *Neurological Institute* dans lequel il précisa le centre de la mémoire dans le cerveau.

Le rôle de l'hôpital : la clinique électroencéphalographique des prématurés

La formation à l'électroencéphalographie des médecins pédiatres a été assurée par le Professeur Hermann Fischgold (1899-1982). Travaillant depuis 1946 sur des recherches sur la réactivité, l'équipe d'H. Fischgold [Fischgold, Bounes 1946]. Les réactions différenciées ont pu être reconnues à partir des travaux sur les états comateux. Le passage de ces états à la réactivité du nouveau-né produit un nouvel objet d'étude, le grand prématuré. Depuis 1953 l'étude porte sur l'ontogenèse de l'activité électrique cérébrale normale et pathologique chez le prématuré. L'étude des électrolytes à la naissance se développe sur plusieurs années. En 1950 Arfel-Capdevielle (1950) soutient une thèse de Médecine à Paris intitulée *Activité électrique cérébrale du nouveau-né dont La semaine des Hôpitaux de Paris* fera un compte rendu le 22 juillet 1952 : elle y étudie plus particulièrement le développement ontogénétique, les interactions de la neuro-anatomie et de l'électrophysiologie chez le nouveau né ; mais elle souligne le peu de coïncidence entre les données fournies par les embryologistes et la morphologie générale des tracés électroencéphalographiques.

« Depuis le début de 1953, grâce à l'obligeance du Professeur Lévy-Solal et du Professeur agrégé Mayer, nous avons eu l'occasion d'enregistrer de nombreux nouveau-nés et prématurés suivis régulièrement au point de vue neurologique. Les examens cliniques étaient pratiqués par MM. André Thomas et A. Minkowski, Mme Saint-Anne Dargassies et M. Ducas » [Dreyfus-Brisac, D. Samson-Dollfus, H. Fischgold 1955,1].

Trois institutions vont collaborer pour l'étude électrophysiologique du cerveau du nouveau-né :

- Le service d'Electro-Neuro-Radiologie de l'Hôpital de la Pitié dirigé par le Docteur H. Fischgold.
- A la Maternité de l'Hôpital St Antoine, sous la direction du Professeur agrégé M. Mayer, l'étude porte sur des nouveau-nés à terme.
- Au Centre des Prématurés de la Clinique Baudeloque, d'abord sous la direction du Pr. Edmont Levy-Solal (1882-1971) puis sous celle du Professeur Maurice Lacomme (1899-1982), l'étude porte surtout sur les prématurés.

Le plus petit, selon les travaux présentés en 1954 au Congrès International de Gynécologie et d'Obstétrique de Genève [Fischgold, Dreyfus-Brisac, Samson, Blanc, Ziegler 1954, 102], de 580 gr au terme de 5 mois et demi présentait une activité électrique pauvre mais réelle à la 29eme heure, 4 heures avant le décès. Ces études prennent place à partir de 1949 dans le cadre du Centre d'Etude Biologique Néo-natales dirigé par le Dr A. Minkowski. Les prématurés enregistrés ont été l'objet d'exams biologiques et cliniques (A. Minkowski), neurologiques (Ste Anne-Dargassies) et parfois anatomiques (Jeanne Claudie Larroche). L'étude sera poursuivie avec le Dr Samson-Dolfus, qui fera sa thèse de Médecine en 1955 sur le thème *L'électro-encéphalogramme du prématuré jusqu'à l'âge de trois mois et du nouveau-né* J. Claudie-Larroche, S. Saint-Anne-Dargassies, L. Curzi-Dascalova, N. Monod, C. Blanc, D. Samson-Dolfus, J. Flesher, E. Plassart, Morel-Kahn, J. Resserch vont accompagner C. Dreyfus-Brisac dans cette recherche scientifique.

Depuis la monographie de Ch. Henry, *Electroencephalograms of normal children* (1944) résume une vaste enquête, commencée en 1935 par D.B.Lindsley dans le cadre du *Bruch Foundation Study of the growth and development of normal children*, à Washington, basée sur 4000 tracés.

Entre 1953 et 1959 les enregistrements EEG ont donc été pratiqués dans plusieurs centres hospitaliers

- Au Centre de Recherches Biologique Néo-natales de l'Association Claude Bernard (Dr Minkowski), Clinique Baudelocque (Pr Lacomme) : 1800 tracés sur 500 nouveau-nés.
- A la maternité de l'Hôpital St Antoine (Pr Mayer) : 112 tracés sur 900 enfants.
- Dans le service d'E.R. de l'Hôpital Bretonneau (Dr J. Bernard) : 4980 tracés sur 3250 enfants.
- Dans le service d'E.R. de l'Hôpital Hérold (Dr Dramez) : 5000 tracés sur 3500 enfants.
- Dans un laboratoire privé d'EEG à Rouen : 1200 tracés sur 900

enfants.

En plus des appareils EEG ont été installés dans certaines pouponnières et centres scolaires poursuivre l'évolution des tracés d'un sujet normal au-delà de 4 ou 5 ans.

La méthode pluridisciplinaire consiste à comparer les âges électriques, anatomiques et cliniques des prématurés par rapport à ce que devrait être leur développement neurobiologique. Ainsi le poids ne correspond pas à l'âge gestationnel dans le retard de croissance intra-utérin,. Le cerveau devenait un organe privilégié pour mesurer la maturation normale. Le retard de croissance devient le thème principal de l'Unité de recherche. "L'enfant n'est jamais déplacé, il n'est pas sorti de son lit, et lorsqu'il est en incubateur, le chauffage et la distribution d'oxygène ne sont pas coupés. Mais l'appareil inscripteur est muni de roulettes et est conduit auprès de chaque nourrisson, même s'il est encore en isolette dans un des blocs du centre de prématurés » [Dreyfus-Brisac, Samson-Dollfus, Fischgold 1955,3]. La répartition des électrodes est simple : quatre sur chaque hémisphère frontale, rolandique, temporale, occipitale. Les techniciennes Mmes Guillard et Lermontoff ont permis l'enregistrement d'une série d'enfants nés entre 4,5 mois et 6,5 mois d'âge foetal.

L'impossible normalité électrophysiologique

Les résultats de ces travaux révèlent une activité électrique liée au degré de la neuromaturation : « Il semble permis de penser qu'avant 6 mois d'âge foetal, des agrégats cellulaires de la base, en vue de maturation, donneraient naissance à une activité électrique anarchique, chaque structure fonctionnait pour son propre compte » [Dreyfus-Brisac 1957, 170]. Les recherches sur la réactivité, à peine ébauchées dans d'autres laboratoires, constituent une des préoccupations constantes de l'équipe depuis 1946. Elles s'inscrivent dans une analyse de l'ontogenèse du sommeil : « Jusqu'à l'âge foetal de 71/2 à 8 mois, le tracé est caractérisé par une activité discontinue sans relation dans les différents degrés de vigilance » [Dreyfus-Brisac, Fischgold 1956, 423]. La description des états précis, à partir desquels une activité électrophysiologique peut être enregistrée, trouve dans la neuro-anatomie son complément : il s'agit d'établir des correspondances entre degré de formation et de développement des structures anatomiques du cerveau et activité et fonctionnement électrique de ce cerveau. Ces correspondances aboutiront à une échelle EEG.

Depuis 1953, grâce à la compréhension de M. le Directeur général de l'Assistance Publique de Paris, le Docteur X. Leclainche et au concours

de M. L'Inspecteur Principal Leclerc, l'équipe de C. Dreyfus-Brisac peut réaliser une organisation électroencéphalographique souple permettant des études longitudinales et horizontales sur un nombre croissant d'enfants. Prématurés, nouveau-nés, nourrissons et enfants plus âgés sont suivis dans le cadre de la même Unité de recherche, qui essaie de placer les appareils d'EEG et leur personnel là où se trouvent les enfants d'âge différents. « L'évolution du tracé de la naissance jusqu'à l'enfance ou à l'adolescence reste à étudier d'une manière systématique. Cette étude ne pourra être faite que par un regroupement des spécialistes intéressés au problème des accidents mentaux : Accoucheurs, neurologues des nouveau-nés, neuro-pédiatres, biologistes-hématologistes, neuro-anatomo-pathologistes-électro-encéphalographistes. Cela suppose une organisation suffisamment étendue dans l'espace et dans le temps pour examiner le nouveau né à l'endroit où il se trouve (maternités, centres de puériculture ou de prématurés) et pour maintenir tout au long des années le nourrisson, l'enfant, puis l'adolescent sous le contrôle d'une observation attentive et multiple » [Fischgold, Dreyfus-Brisac, Monod, Samson-Dolfuss, Kramarz, Blanc 1959,3].

De telles études fondamentales reposaient, à l'inverse d'une production scientifique aujourd'hui accélérée par la loi *publier ou mourir*, sur la permanence des équipes et la continuité des moyens. La réalisation d'une étude longitudinale débutante à la période foetale et suivant d'année en année jusqu'à l'adolescence les mêmes groupes d'enfants normaux et malades sert à la fois une interrogation épistémologique et l'élaboration d'une conception développementale : « L'EEG de l'enfant peut-il constituer un critère de maturation cérébrale... Il nous paraît sensé de considérer l'EEG de l'enfant... comme une des multiples variables de la maturation du SNC ; mais nous refusons avec fermeté toute tendance à le confondre avec la maturation cérébrale prise dans son sens global » [Fischgold, Dreyfus-Brisac, Monod, Samson-Dolfuss, Kramarz, Blanc 1959, 44]. Ce refus de réduire toute la maturation cérébrale à la seule variable EEG ne trouve pas seulement sa raison dans la pluridisciplinarité.

Car « le concept de normalité électrographique devient encore plus malaisé à circonscrire » [Fischgold, Dreyfus-Brisac, Monod, Samson-Dolfuss, Kramarz, Blanc 1959,11]. En effet la comparaison entre les prématurés normaux et ceux malades, si elle facilite la comparaison qualitative, rend la singularité de chaque cas si spécifique que l'établissement d'une généralité fonctionnelle n'a pu être que statistique. Aussi le sommeil, à travers les traces d'endormissement tant chez le nourrisson que dans la première enfance, pourra être comparé à la veille. « La maturation de l'électrogenèse cérébrale n'est pas un phénomène continu »

[Dreyfus-Brisac 1965, 20] : des phases de groupement correspondant à des paliers maturatifs sont distingués entre la 24, 28, 30, 32 et 36eme semaines.

L'étude sur l'EEG s'effectue désormais dans le cadre du Centre de Recherches Biologiques Néonatales est dirigée par Colette Dreyfus-Brisac, promue au grade de Chargé de recherche le 1er mars 1957 puis directrice de recherche CNRS et médecin assistant d'EEG des hôpitaux. Elle repose sur un financement multiple : la technicienne EEG, Madame Plassard, relève aussi du rapport d'activité transmis par le Pr Fischgold ; Mademoiselle Morel-Kahn, technicienne EGG, relève d'une subvention de la DGRS ; tandis que Mademoiselle J. Resser, qui travaille avec Minkowski depuis 1958 est subventionnée à temps partiel par *The Association for Crippled Children* jusqu'en juin 1962, et se trouve à ce moment-là détachée un an dans le service du Dc Parmelee à Los Angeles à la demande de celui-ci. La recherche porte sur la valeur de l'EEG comme critère d'âge conceptionnel pour cela la mise au point de la technique de la polygraphie utilise quatre moyens : un actographe, une ceinture permettant d'enregistrer la respiration, un enregistrement de l'électromyogramme de surface, et un enregistrement des mouvements oculaires

Mais la recherche d'une normalité électrographique est surtout une étude sur le développement du cerveau à partir de plusieurs paramètres. Comme l'analyse Lilia Curzi-Dascalova et Majid Mimiran, « les pionniers de l'étude des stades comportementaux chez le nouveau-né, Roffwarg, Dreyfus-Brisac, Monod, Parmelee, Precht, Wolff et Anders, étaient des neurophysiologistes minitieux qui, dès le début, ont utilisé des associations de plusieurs paramètres pour définir les stades. Ils ont affirmé que les stades, chez le nouveau-né, devaient être désignés par des termes spécifiques, en raison des caractéristiques électroencéphalographiques et comportementales différentes entre les adultes et les nouveau-nés » [Curzi-Dascalova, Mimiran 1996,2]. L'approche psychoneurologique ne pouvait que s'associer à l'étude électroencéphalographique du cerveau prématuré.

Ainsi dans l'article de synthèse de C. Dreyfus-Brisac, I. Lézine et J. Bergès de 1964 « Développement du prématuré à partir de deux ans. Interrelations psychologiques, neurologiques et Electro-encephalographiques » les corrélations ne sont plus seulement la preuve d'un travail d'équipe pluridisciplinaire. Sur la base d'une enquête en psychoneurologie du développement des prématurés auprès de 450 enfants de 2 à 8 ans au centre d'Etudes Néonatales de la Clinique Baudelocque, il ne s'agit pas d'utiliser « la psychométrie, la neurologie ou l'E.E.G. dans une perspective seulement lésionnelle, mais dans celle d'une recherche de facteurs de

dysharmonie d'évolution » [Dreyfus-Brisac, Lézine, Bergès 1964,2]. Les échelles du développement établissaient des instruments pour mesurer la neuromaturation des premiers mois de la vie : celle d'André Thomas pour la neurologie, celle de Colette Dreyfus-Brisac pour l'E.E.G., et celle de Brunet-Lézine en psychologie. Ici les différents examens neurologiques et psychologiques pratiqués relativisent les corrélations électro-cliniques : ainsi la "confrontation des données neurologiques et psychologiques permet d'établir qu'il existe des relations significatives seulement chez les enfants présentant des difficultés practognostiques et un état tensionnel, avec les troubles du sommeil, avec les décharges et colères, avec l'instabilité psychologique » [Dreyfus-Brisac, I. Lézine, J. Bergès 1964,33]. La méthode des intercorrélations entre les examens psychologiques, neurologiques et électroencéphalographiques prouve qu'il n'y a pas de liaison significative entre la valeur du Q.I. et les divers troubles relevés à l'examen neurologique, ou encore entre les caractéristiques du comportement et les troubles neurologiques du tonus.

Ontogenèse de la vigilance

Claude Debru a pu établir l'histoire des travaux [Debru, 1990] autour du sommeil paradoxal comme gardien de l'individuation psychologique. Là où le modèle freudien examinait le contenu des rêves à partir du récit subjectif des patients, l'E.E.G. a permis d'associer, de manière objective, la modification d'un état de l'esprit à un changement de l'état du cerveau. La perte de la conscience progressive, par la fermeture des yeux, lors de l'état de somnolence, se traduit sur l'E.E.G. par une onde dont l'amplitude croît et décroît à la fréquence de 15 à 18 cycles par seconde. En 1953 Eugène Aserinsky, étudiant en cours de thèse au laboratoire de physiologie de Nathaniel Kleitman à l'Université de Chicago, a défini l'expérience essentielle avec une observation clef et une interprétation correcte. Jusque-là, l'E.E.G. n'avait pas permis d'établir un lien entre les différentes phases du sommeil : elle permettait seulement de constater la variation d'ondes entre la conscience et la somnolence, préfiguratrice du sommeil.

Nathaniel Kleitman avait associé son nom à une synthèse théorique sur ces phases [Kleitman 1939]. Eugène Aserinsky eut l'idée d'enregistrer les mouvements de paupières en utilisant un électro-oculogramme (E.O.G.), tout en enregistrant l'état de vigilance des sujets par E.E.G. Les deux chercheurs combinent les deux techniques pour découvrir les mouvements oculaires rapides dans l'état de sommeil paradoxal qui est

celui du rêve [Aserinsky, Kleitman 1953; 1955]. La technique du réveil provoqué permet de saisir le moment de leur production, si bien que l'observation électrophysiologique du sujet démontre l'état de l'activité mentale, mais pas le contenu de ses rêves. William Dement, en 1957, vient confirmer l'hypothèse d'Aserinsky et Kleitman : ainsi, le réveil pendant les mouvements oculaires donne lieu, dans 90 % à 95 % des cas, à des comptes-rendus précis du rêve.

En France, l'E.E.G du sommeil a été l'instrument de travail d'un jeune neurochirurgien, Michel Jouvét, qui menait ses premières recherches sur la plasticité cérébrale. L'originalité des travaux français est le complément de l'E.E.G par l'E.M.G, l'électromyogramme : ainsi, le neurologue François Michel, collaborateur de M. Jouvét, lui proposa d'implanter des électrodes sensibles au potentiel musculaire dans les muscles de la nuque du chat. L'atonie musculaire, lors du sommeil, était paradoxale, puisqu'une activité du cerveau pouvait être constatée au même moment. Le silence de l'E.M.G ne voulait pas signifier celui de l'E.E.G. En sectionnant le tronc cérébral juste avant le pont, M. Jouvét trouva, en 1962, que l'oblitération périodique et spontanée du tonus musculaire se produisait à la même fréquence que celle du sommeil paradoxal. Un tracé particulier apparaissait sur l'E.E.G appelé ondes ponto-geniculo-occipitales (ou P.G.O.) [Jouvét, Michel, 1959]. Ainsi, M. Jouvét découvre le mécanisme de commande neuronale de la périodicité du sommeil paradoxal.

Le sommeil paradoxal fût découvert par Michel Jouvét en 1959, et vint ainsi s'opposer à la conception de l'école de Chicago qui assimilait le rêve à un demi-sommeil intermédiaire entre le sommeil profond et l'éveil. Ayant commencé ses premiers travaux par l'étude de la plasticité cérébrale, des phénomènes de conditionnement et d'attention, M. Jouvét séjourne un an, en 1955, dans le laboratoire du Professeur Horace Magoun à Los Angeles qui étudiait le déterminisme des divers états électroencéphalographiques de vigilance et d'attention. En 1956 il fait paraître *Étude électroencéphalographique de l'établissement des liaisons temporaires dans le système nerveux central* (Lons-le-Saumier, imprimerie Maurice Declume). En 1962 M. Jouvét remarqua que ses chats, lorsqu'ils s'ennuyaient et tombaient dans le sommeil, perdaient leur tonus musculaire. Cette atonie musculaire, causée par l'inhibition spontanée du pont du tronc cérébral que, en 1962, M. Jouvét reconnut comme étant le centre cérébral du sommeil paradoxal. En travaillant sur le conditionnement, M. Jouvét démontre comment l'étape d'attention correspond à la transmission facilitée des signaux et à la réaction l'éveil cortical (activation de l'EEG).

Le caractère paradoxal provient donc dans cette phase de la coexistence d'une activité cérébrale rapide et de la disparition totale du tonus musculaire. Selon M. Jouvét, l'augmentation du sommeil paradoxal est en relation avec la maturation du cerveau. Ainsi plus un mammifère nouveau-né est immature, plus le temps occupé par le sommeil paradoxal est important : 50 % à 60 % de la durée du sommeil pour un nouveau-né humain. Les périodes de sommeil paradoxal ont une durée de 6 minutes et surviennent toutes les 25 minutes au cours du sommeil. J.A. Hobson précise la modification de paradigme effectuée par Michel Jouvét : « En lisant l'article de Dement, écrit en 1958, sur le sommeil paradoxal des chats, Jouvét saisit immédiatement la signification de ce que Michel et lui avaient observé. Dans cet exemple classique de changement de paradigme (changement dans la manière dont un chercheur envisage ses résultats), Jouvét fut capable de passer du point de vue de l'apprentissage (transformations suscitées par des stimuli expérimentaux) à celui du changement d'état endogène et cyclique qui décide de la facilité de l'animal à lui répondre. Autrement dit, il est passé du paradigme du *réflexe* (stimulus-réponse) au paradigme de *l'état* » [Hobson 1992,185].

Ce changement de paradigme, ou selon l'expression même de M. Jouvét « l'effondrement des paradigmes » [Jouvét 1992, 201] indique combien l'électrophysiologie du rêve constitue une rupture par rapport à la notion mécanique de réflexe. Les différences de niveaux décrivent les variations d'intensités des états successifs. Rêver devient une activité physiquement diagnosticable par le moyen de l'enregistrement de la correspondance entre onde et état. En mettant l'accent sur le concept de temporalité [Debru 1999, 269-292], ces recherches renouvellent la modélisation du cerveau en action : la conscience est temporelle car modifiée sans cesse dans son organisation et dans sa forme. Sans forcément adhérer à une rythmologie psychologique [Poirel, 1997,121-146], le décours temporel de l'activité physiologique et psychologique produit des modèles plutôt qu'à des allégories.

Le sommeil du nouveau-né

Dès 1956, l'équipe d'H. Fischgold et C. Dreyfus-Brisac travaillent sur le sommeil du nouveau-né. L'existence d'une organisation cyclique du sommeil chez le nouveau-né à terme est confirmée. Deux types de sommeil s'oppose comme chez l'adulte par des enregistrements polygraphiques de longue durée ; l'un sommeil "calme" avec tracé alternant, régularité respiratoire et activité myographique au niveau du menton ; l'autre

sommeil “agité” avec tracé plat, respiration irrégulière, présence de mouvements oculaires rapides, de petits mouvements des extrémités et d’un relâchement musculaire au niveau du menton. La méthode d’étude polygraphique permet d’enregistrer en même temps que l’EEG, le rythme respiratoire, le rythme cardiaque, la motricité globale ou localisée au niveau de la face et des membres, les mouvements oculaires, et l’activité myographique au niveau des muscles du menton.

Les recherches sur le développement électroencéphalographiques chez l’enfant définissaient une correspondance avec les travaux précurseurs [de Toni, 1933 ; Wagner 1937 ; Wolf 1959] sur les mouvements oculaires du nouveau-né, sur l’observation des régularités de sa respiration et sur les différents degrés de profondeur de sommeil observés à partir de sa motilité. En mettant l’accent sur le sommeil du nouveau-né pathologique, C. Dreyfus-Brisac et Nicole Monod découvrent combien les frontières entre la veille et le sommeil sont parfois impossibles à préciser car les critères cliniques de veille utilisés chez le nouveau-né normal semblent inadaptés à l’enfant pathologique. De même « le problème des limites entre coma et sommeil est également difficile à résoudre chez des nouveau-nés dont la réactivité et la perceptivité sont souvent peu appréciables » [Monod-Steinheil 1969, 30].

La réactivité à des stimuli précise les différents stades de vigilance et du sommeil. Mais cette réactivité, étudiée sous l’angle électroencéphalographique et comportemental, prouve combien la stimulation accompagne le développement sans forcément en être la cause. Une esquisse de psychologie cognitive, dessinée à partir de l’ontogenèse du rêve, dépend de la maturation des capacités cognitives : « Si la formation du rêve reflète bien la maturation des capacités cognitives, l’expérience onirique la plus primitive, préverbale, précognitive, son lien avec la formation de la pensée nous échappent encore » [Debru 1990, 331]. Pour l’équipe de H. Fischgold et C. Dreyfus-Brisac, l’âge de trois mois est « la première organisation spatio-temporelle de l’électrogenèse et les premières réponses électroencéphalographiques diffuses, morphologiquement différenciées » [Dreyfus-Brisac, Fischgold 1956, 438] : l’organisation spatio-temporelle de l’E.E.G. est coprésente à cet âge avec le contrôle tonique de la tête et la coordination oculo-motrice.

En liant l’ontogenèse au sommeil [Dreyfus-Brisac 1976, 637-640] chez le nouveau-né, l’équipe de C. Dreyfus-Brisac aura participé à la démonstration d’une différence de degré entre la maturation des structures cérébrales de l’enfant et ses capacités cognitives. Cette différence de degré ne repose pas sur une continuité entre les deux mais plutôt sur une dis-

continuité : l'activité du cerveau vivant n'implique pas nécessairement la possibilité cognitive, surtout dans les cas pathologiques du développement.

Conclusion

Les hôpitaux parisiens auront contribué à établir moins une norme électroencéphalographique qu'une échelle relative aux degrés de maturation du cerveau de l'enfant prématuré et ses effets sur la possibilité de la conscience. En complément des travaux d'A. Fessard ou de M. Jovet, ceux de l'équipe de C. Dreyfus-Brisac et N. Monod auront défini une clinique neuropathologique à l'intérieur d'une théorie ontogénétique du développement.

Le cerveau ne peut plus donc être étudié seulement à partir des neurosciences et par les neuroscientifiques. Bon nombre de travaux historiques étudient le cerveau à partir de la formation neuroscientifique de chaque discipline : ainsi l'ouvrage de Jean Pierre Changeux *L'homme neuronal* aura été emblématique de ce désir épistémologique des neuroscientifiques d'être à la fois partie prenante et partie prise de l'écriture de l'histoire des neurosciences. La neurophilosophie veut unifier les sciences humaines en les éliminant et en les remplaçant par des sciences du cerveau : la neuropsychologie, la neuropsychiatrie. . . En retrouvant les racines de la dispersion des modèles au XXe siècle, cette tentative éliminativiste voudrait aussi refuser à la psychanalyse et à la phénoménologie toute légitimité pour décrire les relations entre le corps et l'esprit. La naturalisation de l'homme aura débuté au XVIIIe siècle avec le transformisme, la phrénologie, la biologie mais se poursuit aujourd'hui par l'intermédiaire des neurosciences et de la génétique la notion de comportement, qui avait pu trouver dans le béhaviorisme ses principes, constitue désormais la base scientifique de neurosciences et de génétique du comportement.

Mais au delà de l'analyse critique de ces réductionnismes, il convient d'engager un programme de recherches plus approfondies afin d'établir les sources du débat cerveau-esprit à l'intérieur même des pratiques médicales et psychologiques. En effet la formation en sciences cognitives de la plupart des chercheurs actuels trouve sa genèse dans les institutions hospitalières (Port-Royal, Baudelocque, La Salpêtrière, Villejuif, Robert Debré. . .), dans les stages de recherche aux Etats-Unis (Hôpitaux universitaires, Centre de recherches. . .), dans les laboratoires de psychologie, de psychiatrie, de physiologie, et dans les instituts spécialisés dans

le handicap psycho-moteur (surdité, aveugle, déformation néo-natales, déficit mental. . .). Une étude approfondie des archives prouve déjà combien les relations entre la médecine, la psychiatrie, les neurosciences et la psychologie ont été depuis, au moins 1942 en France, envisagées et institutionnalisées sous un point de vue interdisciplinaire ; la notion de développement est centrale car elle opposa longtemps les partisans de l'innéité et ceux de l'acquis.

Or ces travaux, que l'on pourra étudier à travers les rapports d'activité des laboratoires, les archives des institutions hospitalières, les publications des chercheurs. . ., ouvrent une conception dynamique du développement humain. Le corps et l'esprit ne sont plus séparables mais décrits dans les modèles de l'émergence, de l'individuation ou du matérialisme bio-phénoménologique. Il faut bien distinguer l'évaluation du développement neuronal de la mesure des capacités neurocognitives. Le développement neuronal étudie les conditions psychophysiologiques de la maturation et de la croissance du cerveau de l'enfant. L'enfant n'est plus étudié après sa naissance mais dans sa continuité psycho-physiologique de sa conception à sa naissance. Le cerveau se construit au cours du développement comme l'avait démontré dès la fin du XIXe siècle l'embryologie. La clinique gynécologique est alors au centre des recherches : observations des enfants nés, mesure des prématurés, et fœtologie.

Il faudra aussi développer une étude précise, non seulement des archives, mais des textes tant du XIX e que du XX e siècles, afin de démontrer combien le cerveau a occupé bien des disciplines dans le but d'expliquer et d'interpréter la folie, la crime, la sexualité, ou encore la création. En effet un des enjeux de l'épistémologie du cerveau sera plus précisément de décomposer les modèles pour en retrouver l'origine et les mouvements par lesquels ils apparaissent aujourd'hui aussi unifiés que dans des disciplines comme la neuropsychologie, la neuropédagogie, la neuropsychiatrie, la neuroendocrinologie ou encore la neurophilosophie.

Références

Archives consultées

Archives de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris

Cote 1L81 Suivi des Hôpitaux :

— Lettre du 19 novembre 1956 de H. Tuchchman-Duplessis au directeur de l'Assistance.Publique des Hôpitaux de Paris.

- Lettre du secrétariat général de l'A.P., M. A. Gardie à M. le Directeur du Groupe Hospitalier Cochin Maternité, 25 octobre 1962
- Archives de l'Institut National d'Hygiène
- Centre Archives Contemporaines de Fontainebleau 771535 art.70 :
- Lettre autographe du Dr A. Minkowski/ Directeur de l'INH, 6 février 1952.
 - Lettre autographe du Dr A. Minkowski/ Directeur INH, 21 mai 1953.
 - Lettre d'A. Minkowski au Directeur de l'INH, 20 octobre 1953.
 - Lettre du Directeur de l'INH, 9 novembre 1953.
 - Lettre du Directeur de l'INH, 25 mai 1954.
 - Lettre du Dr A. Minkowski au Directeur de l'INH, 20 novembre 1959.
 - Lettre du Dr A.Minkowski au directeur de l'INH, 22 avril 1960.
 - Lettre du Directeur de l'INH, 21 juillet1960.
 - Lettre du Dr A. Minkowski au Dr Bader, INH, 9 décembre 1960
 - Lettre du Directeur de l'INH, 19 décembre 1960.
 - Lettre du Directeur de l'INH, 21 novembre 1961
- Archives de l'INSERM/Le Vesinet.
- Cote 9203-60, Rapport d'activité 1962.
 - Cote 9203-60, Rapport d'activité 1963.
 - Cote 9203-60, Rapport d'activité 1964

Bibliographie

ANDLER, DANIEL

- 1987 « Progrès en situation d'incertitude », *Le Débat*, nov. décembre, n° 47, 7-8.
- 1992 « Introduction. Calcul et représentation : les sources », *Introduction aux sciences cognitives*, sous la direction de D. Andler, Paris, Gallimard, coll. Folio-Essais, 9-46.

ANDRIEU, BERNARD

- 1998 *La neurophilosophie*, Paris : PUF

ARFEL-CAPDEVIELLE

- 1946 *Activité électrique cérébrale du nouveau-né*, Thèse de Médecine, Paris.

ASERINSKY, E. ; KLEITMAN

1953 « Regularly Occuring Periods of Eye Motility and Concurrent Phenomena During Sleep », *Science*, 118, 273-274.

1955 « Two types of Ocular Motility Occuring in Sleep », *Journal of Applied Physiology*, 8, 1-10.

BANU, G. ; BOURGUIGNON, G. ; LAUGIER, H.

1921 « La chronaxie chez le nouveau-né », *C.R. Soc. Biol., Paris*, 85, 49-51

BECHTEREW, W.M.

1908 « Ueber die objektive Untersuchung der kindlichen Psyche », *Russki Wratsch*, 1908, n°16.

BENEDICT, F.G. ; TALBOT, F.B.

1914 « The gaseous metabolism of infants with special reference to its relation topulse-rate and muscular activity », *Carnegie Inst. Wash.*, Publ.

BERGER, H.

1930 « Über das Elektroencephalogramm des Menschen. Zweite Mitteilung », *Journal, Psych. Neur.*, 40, 160-179.

BERSOT, H.

1918-1919 « Variabilité et corrélations organiques. Nouvelle étude du réflexe plantaire », *Schweiz. Arch. Neurol. Psychiat.*, 4, 277-323 ; 5, 305-324.

BERTHOZ, A. (ED).

1999 *Leçons sur le corps, le cerveau et l'esprit*. Paris : O. Jacob.

BLANTON, M.G.

1917 « The behavior of the human infant during the first thirty days of life », *Psychol. Rev.*, 24, 456-483.

BUSER, PIERRE

1982 « Alfred Fessard (1900-1982). Notice nécrologique », *Comptes rendus de la Société de biologie et de ses filiales*, 176, 3, 244-247.

CANESTRINI, S.

1913 « Ueber das Sinnesleben des Neugeborenen », *Monogr. Gesamtgeb. Neurol. Psychiat.*, Berlin, Springer.

CARMICHAEL, L.

1947 *Manuel de psychologie de l'enfant* , Paris : PUF, 1952, tome I.

CURZI-DASCALOVA, L. ; MIRMIRAN, M.

- 1996 Manuel des techniques d'enregistrement et d'analyse des stades de sommeil et de veille chez le prématuré et le nouveau-né à terme, Paris : INSERM.

DEBRU, C.

- 1990 *Neurophilosophie du rêve*, Paris, Hermann.
1999 « Cerveau et temporalité », *Revue Internationale de Philosophie*, 3, 269-292.

DELAY, JEAN

- 1950a *L'électricité cérébrale*, Paris : PUF
1950b *La psycho-physiologie humaine*, Paris : PUF

DEMENT, W. ; KLEITMAN, N.

- 1957a « Cyclic Variations in EEG during Sleep and Their Relation to Eye Movements, Body Mobility and Dreaming », *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 9, 673-690.
1957b « The Relation of Eye Movements during Sleep to Dream Activity : An Objective Method for the Study of Dreaming », *Journal of Experimental Psychology*, 53, 89-97.

DENNETT, DANIEL C.

- 1987 *La stratégie de l'interprète. Le sens commun et l'univers quotidien*, Paris : Gallimard, 1990.

DEPRAZ, NATALIE

- 2001 *La conscience. Approches croisées, des classiques aux sciences cognitives*, Paris : Armand Colin.

DEREX, R.

- 1994 *La maternité Adolphe Pinard de Nancy. Ses origines. Son évolution*. Thèse de Médecine, Nancy.

DREYFUS-BRISAC, C.

- 1957 « Activité électrique cérébrale du Fœtus et du très jeune prématuré » (avec l'aide de l'Institut National d'Hygiène). 1er Congrès International des Sciences Neurologiques, *IV Congrès International d'EEG et de Neurophysiologie clinique*, Bruxelles, 21-28 janvier.
1965 « La maturation électroencéphalographique du prématuré, du nouveau-né à terme et du nourrisson », *International Audiology*, vol. VIII, 1 feb.
1976 « Ontogenèse et sommeil », *Archives françaises de pédiatrie*, XXXIII, 7, 637-640.

DREYFUS-BRISAC, C. ; FISCHGOLD, H.

1956 « Veille, sommeil, réactivité sensorielle chez le prématuré, le nouveau-né et le nourrisson », *J. d'EEG*, suppl. n°6, Paris : Masson.

DREYFUS-BRISAC, C. ; FISCHGOLD, H. ; SAMSON, D. ; SAINT-ANNE DARGASSIES, S. ; ZIEGLER, T. ; MONOD, N. ; BLANC, C.

1956 « Veille, sommeil, réactivité sensorielle chez le prématuré, le nouveau-né et le nourrisson », *EEG. Clini. Neurophysiolo*, suppl. N°6, 1956, Paris : Masson, 418-440.

DREYFUS-BRISAC, C. ; SAMSON-DOLFUS, D. ; FISCHGOLD, H.

1955 « Activité électrique cérébrale du prématuré et du nouveau-né » (avec la collaboration technique de Melle T. Ziegler), *La Semaine des Hôpitaux de Paris*, 22 mai, n°31/3.

DREYFUS-BRISAC, C. ; LEZINE, I. ; BERGES, J.

1964 « Développement du prématuré à partir de deux ans. Interrelations psychologiques, neurologiques et électro-encéphalographiques », *Revue de Neuropsychiatrie infantile*, 12, n°4-5.

DUPONT, JEAN CLAUDE

1999 *Histoire de la neurotransmission*, Paris : PUF.

DUPONT, M. ; SALAÜN, F.

1992 *L'Assistance publique-hôpitaux de Paris*, Paris : PUF.

ENGSTLER, G.

1905 « Ueber den Fußsohlenreflex und das Babinski-Phänomen bei tausend Kindern der ersten Lebensjahre », *Wien.klin. Wschr*, 18, 567-570.

FESSARD, ALFRED

1989 « Electrophysiologie », *Encyclopedia Universalis*, Paris, tome 8, 135-142.

FISCHGOLD, H. ; BOUNES, G.C.

1946 « Exploration électroencéphalographique des états comateux », *Sem. Hôp. Paris*, 22, 575-576.

FISCHGOLD, H. ; DREYFUS-BRISAC, C. ; SAMSON, D. ; BLANC, CL. ; ZIEGLER, T.

1954 « EEG des prématurés et nouveau-nés d'après 300 tracés », *Exposition Scientifique*. Edition du Comité du Congrès International de Gynécologie et d'Obstétrique Genève, Sandoz S.A. Bâle, Stand n°5.

- FISCHGOLD, H. ; DREYFUS-BRISAC, C. ; MONOD, M. ; SAMSON-DOLFUSS, D. ; KRAMARZ, P. ; BLANC, CL.
1959 « L'électroencéphalogramme au cours de la maturation cérébrale (aspects physiologiques) », *XVIIe Congrès de l'Association de Pédiatrie de langue française*, Montpellier, 1959, 1.66.
- GELIS, J. ; LAGET, M. ; MOREL, M.-F.
1978 *Entrer dans la vie. Naissances et enfances dans la France traditionnelle*, Paris, coll. Archives Gallimard-Juliard, 1978, n°72, 246 p.
- GENZMER, A.
1873 *Untersuchungen über die Sinneswahrnehmungen des neugeborenen Menschen*, Halle : Niemeyer, 1882.
- GERVET, JACQUES
1992 *La représentation animale*, Nancy : Presses Universitaires de Nancy, 1992.
- HENRY, CH.
1944 *Electroencephalograms of normal children*, Bruch Foundation Study of the growth and development of normal children, Washington, 71 p.
- HERSCHKORN, P.
1996 « Adolphe Pinard et l'enfant à naître. L'invention de la médecine foetale », *Devenir*, 8, 3, 77-87.
- HOBSON, J.A.
1988 *Le cerveau rêvant*, Paris : Gallimard, 1992.
- HUARD, P. ; LAPLANE, R.
1979 *Histoire illustrée de la puériculture. Aspects diététiques, socio-culturels et ethnologiques*, Paris : ed. R. Dacosta
- HUGUES
1948 « Electrophysiology of new-born », *Am. J. Dis. Child.*, 76, 503-512.
- HUNT, W.A. ; CLARKE, F.M. ; HUNT, E.B.
1936 « Studies of the startle pattern : IV. Infants », *J. Psychol.*, 2, 339-352.
- IMBERT, M. ; LAPORTE, Y.
1982 « Alfred E. Fessard », *TINS*, nov., 380-381.

IRWIN, O.C.

1930 « The amount and nature of activities of new-born infants under constant external stimulating conditions during the first ten days of life », *Genet. Psychol. Monogr.*, 8, 1-92.

JOUVET, M.

1992 *Le sommeil et le rêve*, Paris, O. Jacob.

JOUVET, M. ; MICHEL, F.

1959 « Corrélations électromyographiques du sommeil chez le chat décortiqué et mésencéphalique chronique », *Compte rendus de la Société de biologie*, 153, 422-425.

KLEITMAN, N.

1939 *Sleep and Wakefulness as Alternating Phases in the Cycle of Existence*, Chicago : University of Chicago Press.

KLEITMAN, N. ; ENGELMANN, T.G.

1953 « Sleep characteristics of infants », *J. of Applied Physiol.*, 6, 269-282.

KRONER, T.

1881 *Ueber die Sinnesempfindungen der Neugeborenen*, Breslau, Grass : Barth.

KUSSMAUL, A.

1859 *Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen*, Tübingen : Moser

IMBERT, J.

1993 *Les hôpitaux en France*, Paris : PUF

LINDSLEY, D.B.

1938 « Electrical potentials in the brain of children and adults », *J. Genet. Psychol.*, 19, 285-306.

MAI

1949 « Sur l'E.E.G. des prématurés », *Zeitsch. für Kinderh.*, 69, 251-261.

MINKOWSKI, M.

1922 « Über frühzeitige Bewegungen, Reflexe und Muskuläre Reaktionen beim Menschlichen Fötus, und ihre Beziehungen zum fötalen Nerven- und Muskelsystem », *Schweiz. med. Wschr.* 52, 721-724; 751-755.

MISSA, JEAN NÖEL

1993 *L'esprit-cerveau. La philosophie de l'esprit à la lumière des neurosciences*, Paris, Vrin.

1999 « La description des lois de la conscience : une quête du Graal ? », *Revue Internationale de Philosophie*, 3, 421-448.

MONOD-STEINHEIL, N.

1969 *Titres et travaux scientifiques*, tapuscrit, 30 p..

PEIPER, A.

1966 « Untersuchungen über den galvanischen Hautreflex im Kindesalter », *Jb. Kinderheilk*, 107, 139-150. « Untersuchungen über die Reaktionszeit in Säuglingsalter : II. Reaktionszeit auf Schmerzreiz », *M Schr. Kinderheilk*, 1926, 31, 491-506.

1925 « Die Hirntätigkeit des Neugeborenen », *Jb. Kinderheilk.*, 111, 290-314.

PETERSON, F. ; RAINEY, L.H.

1910 « The beginnings of mind in the newborn », *Bull. Lying-In Hosp. City of N.Y.*, 7, 99-122.

PICARD, JEAN FRANCOIS

1992 « Poussée scientifique ou demande scientifiques ? La recherche médicale en France de l'Institut National d'hygiène à l'INSERM », *Sciences Sociales et Santé*, X, 4.

PICHOT, F.

1948 *Contribution à l'étude de l'E.E.G. normal et pathologique du nouveau-né*, Thèse de médecine, Toulouse.

POIREL, C.

1997 *Le cerveau et la pensée. Critique des Fondements de la Neurophilosophie*, Paris, L'Harmattan.

PRATT, K.C.

1930 « Note on the relation of temperature and humidity to the activity of young infants », *J. Genet. Psychol.*, 38, 480-484.

RHYS MORUS, I.

1999 « The Measure of Man. Technologizing the Victorian Body », *History of science*, XXXVII, 251-274.

ROSSANT, L.

1978 *L'hospitalisation des enfants*, Paris, PUF

ROY, JEAN MICHEL

2001 « L'émergence de la neuroscience cognitive », dans B. Andrieu ed., *Histoire du cerveau, Cahiers Alfred Binet*, n°667, 2001, 9-33.

SAMSON, D.

1955 *L'électro-encéphalogramme du prématuré jusqu'à l'âge de trois mois et du nouveau-né*, Thèse, Paris, Ed. R. Foulon.

SEARLE, JOHN

1983 *L'intentionnalité. Essai de philosophie des états mentaux*, Paris : ed. de Minuit, 1985.

SMITH, J.R.

1938 « The electroencephalogram during normal infancy and Childhood : I. Rhythmic activities present in the neonate and their subsequent development », *J.Genet.Psychol.*, 53, 431-453.

TONI, G. DE

1933 « I movimenti pendolari dei bulbi dei bambini, durante il sonno fisiologico ed in alcuni stati morbosi », *La Pediatria*, 41, 489-499.

VAUCLAIR, JACQUES

1996 « Les chimpanzés et le langage », *La communication animale, Pour la science*, Jv.Avr., 106-111.

WAGNER, I.F.

1937 « The establishment of a criterion of depth of sleep in the new-born infant », *J. of Genet. Psychol.*, 51, 17-59.

WOLF, P.H.

1959 « Observations on new-born infants », *Psycho-somatic Medicine*, 21, 110-118.