

Histoire de la Société de Psychophysiology et de Neurosciences Cognitives¹

THOMAS HINAULT¹, HENRIQUE SEQUEIRA², AURÉLIE BIDE-CAULET³,
ANNE CACLIN⁴, MARIE GOMOT⁵, NATHALIE GEORGE⁶,
MARIE-HÉLÈNE GIARD^{7*}, MARINE TIMSIT-BERTHIER^{8*}



¹Université de Caen Normandie, Inserm, EPHE- PSL, CHU de Caen, GIP Cyceron, U1077, NIMH, Caen, France

² Université de Lille, CNRS, UMR 9193, SCALab - DEEP-Neuro, Villeneuve d'Ascq, France.

³Aix Marseille Univ, Inserm, INS, Inst Neurosci Syst, Marseille, France

⁴Université Claude Bernard Lyon 1, INSERM, CNRS, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon CRNL U1028 UMR5292, Bron, France

⁵Université de Tours, INSERM, Imaging Brain and Neuropsychiatry iBrain U1253, 37032, Tours, France

⁶Sorbonne Université, Institut du Cerveau - Paris Brain Institute - ICM, Inserm, CNRS, APHP, Hôpital de la Pitié Salpêtrière, Paris, France

⁷Retraitée, Université Claude Bernard Lyon 1, INSERM, CNRS, Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon CRNL U1028 UMR5292, Bron, France

⁸Laboratoire de Psychophysiology Cognitive Appliquée. Faculté de Médecine, Liège, Belgique

*Co-dernier auteurs

La Société de Psychophysiology et de Neurosciences Cognitives (SPNC) s'intéresse au fonctionnement du cerveau humain en lien avec le fonctionnement cognitif. Cet article retrace le contexte et les origines de la société et son évolution jusqu'à nos jours.

1 De l'Electroencéphalographie à la Psychophysiology

Les racines de la SPNC remontent au développement de l'électroencéphalographie (EEG, Figure 1), technique découverte en 1929 par le neurologue allemand Hans Berger, et du traitement des données électrophysiologiques avec des calculateurs permettant l'application de méthodes mathématiques de plus en plus sophistiquées. La SPNC a accompagné les avancées théoriques et méthodologiques de cette approche, ainsi que leurs applications cliniques, sur plusieurs décennies. Plus précisément, les travaux qui annoncent la perspective scientifique de la future SPNC débutent en 1934, par Alphonse Baudoin (1876-1957), Hermann Fischgold (1899-1982), Jean Scherrer (1917-2007), et par



Figure 1 : Illustration d'un des premiers électroencéphalographes (Grass, modèle 8-10C).

¹ NDLR : La Société de Psychophysiology et de Neurosciences Cognitives est un club affilié à la Société des Neurosciences (<https://www.neurosciences.asso.fr/clubs-scientifiques/>)

Alfred Fessard (1900-1982), neurophysiologiste et chef de file des neurophysiologistes à partir des années 1950 et l'un des fondateurs du nouveau domaine des neurosciences, et de l'EEG à la suite d'Hans Berger. À noter aussi que Fessard contribuera, avec Henri Piéron, psychologue français et l'un des fondateurs de la psychologie scientifique en France, à la création d'un diplôme national de psychophysologie dès 1944.

Dans ce contexte, le premier congrès international d'électroencéphalographie a eu lieu dès 1947 à Londres, alors que le développement de cette nouvelle technique en France prenait du retard par rapport aux pays anglo-saxons (Grande-Bretagne et USA). Ce retard est notamment à mettre en relation avec la lenteur de l'introduction des ordinateurs dans les programmes de recherche en neurosciences. Toutefois, deux laboratoires pionniers ont su dépasser ces difficultés pour développer l'usage de l'EEG: celui du professeur Antoine Rémond, fondateur à Paris en 1948 du Laboratoire d'Electrophysiologie et de Neurophysiologie Appliquée (LENA) (1) et le Laboratoire de Neurophysiologie Expérimentale et Clinique fondé quelques années plus tard par Michel Jouvet, professeur spécialiste du sommeil à Lyon.

Quelques années plus tard, en 1967, se tenait un congrès scientifique international à Liège (Belgique), sous la présidence de William Grey Walter. Pionnier de l'EEG, ce neurophysiologiste britannique est à l'origine de la découverte des ondes delta (rythme cérébral lent observé entre 1 et 3 Hz) et thêta (rythme cérébral observé entre 4 et 8 Hz) associées au sommeil. Il était question durant ce colloque d'un Potentiel Evoqué (PE) spécifique, la variation contingente négative (ou CNV pour *Contingent Negative Variations*), observé sur les électrodes antérieures environ 260–470 ms après la présentation d'un stimulus impliquant la préparation à une décision (Figure 2).

2. L'apport des études sur les potentiels évoqués

Dans ce contexte, l'histoire de la société débute véritablement en 1972, à Tours, avec une réunion intitulée

« *Activités évoquées et leur conditionnement chez l'homme normal et en pathologie mentale* » organisée par Gilbert Lelord, sous la présidence d'Alfred Fessard. Parmi les nombreuses avancées qui sont attribuées à ce dernier, citons les mécanismes sous-jacents à la fatigabilité musculaire et les modulations du rythme alpha à la suite de conditionnements. Gilbert Lelord était quant à lui professeur à la Faculté de Médecine de Tours et co-fondateur d'une Unité INSERM. Il a grandement contribué à préciser les particularités cérébrales associées à l'autisme, étayant ainsi les conceptions neurodéveloppementales des troubles de ce spectre, s'opposant aux conceptions psychogènes alors en vigueur. Les activités ou PE sont obtenus par moyennage des signaux EEG liés à un événement observé à un instant temporel précis (à l'échelle de la milliseconde) et répété plusieurs fois (de quelques dizaines à plusieurs milliers). Leur lien avec les étapes élémentaires du traitement de l'information est au cœur des études de psychophysologie cognitive.

La CNV n'est plus le thème central du congrès de Tours. Il s'agit alors de préciser l'usage de l'électroencéphalographie centrée sur les potentiels évoqués comme outil permettant de distinguer le fonctionnement « normal » du cerveau de celui relevant de la pathologie. L'objectif était double : d'une part, mieux comprendre le fonctionnement cognitif humain et les mécanismes cérébraux sous-jacents ; d'autre part, contribuer à la détection des atteintes neurologiques et psychiatriques ainsi qu'à l'identification des marqueurs associés aux effets des interventions thérapeutiques. Ces préoccupations sont restées centrales dans l'histoire de la société, et plus généralement des méthodes d'exploration fonctionnelle du cerveau humain, jusqu'à ce jour.

En 1982, se crée un *Groupe de travail et de réflexion sur les composantes tardives des potentiels évoqués, de langue française* porté par Nicole Lesèvre, alors directrice du LENA à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière de Paris, Jacques Paty de Bordeaux et Martine Timsit de Liège. Ce groupe se réunit régulièrement et informellement à Paris, avec pour but d'explicitier les concepts et les modèles utilisés en psychophysologie, et de présenter et discuter

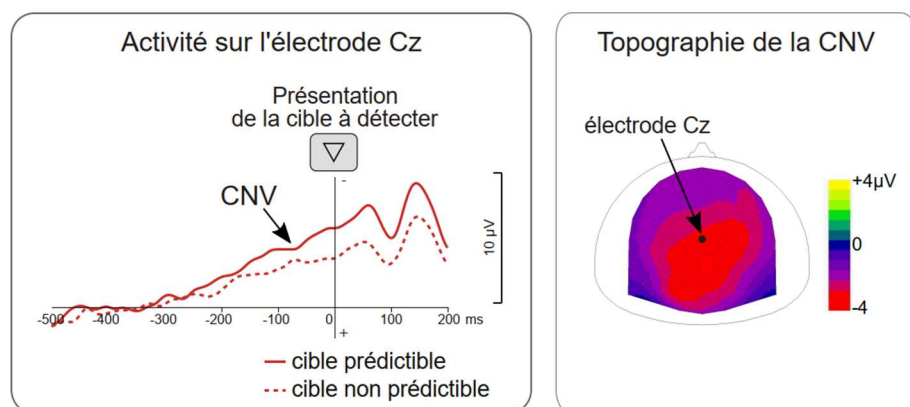


Figure 2 : Illustration de la variation contingente négative (CNV) observée lors de la présentation d'une cible à détecter, ainsi que la topographie de cette composante. La négativité est plus importante lors que le stimulus est présenté à un emplacement prédictible à l'écran que non prédictible.

les avancées méthodologiques du domaine. Nicole Lesèvre a publié des travaux majeurs sur l'utilisation des PE pour établir la chronométrie des opérations mentales, et a précisé les corrélats EEG des processus d'attention visuelle. Jacques Paty s'est intéressé aux fluctuations attentionnelles en fonction du niveau d'éveil, ainsi qu'à la composante P300 (PE positif survenant à partir d'environ 300 ms après la présentation d'un stimulus, associé à la détection de stimuli inattendus). Enfin, Martine Timsit, neuropsychiatre, a précisé l'interprétation des composantes P300 et CNV et leur variabilité inter-individuelle.

Au cours des premières réunions de ce groupe de travail, les corrélats électrophysiologiques des paradigmes de conditionnement furent abordés. L'accent sur le fonctionnement cognitif était central : qualifier et quantifier les processus mentaux qui surviennent lors d'une stimulation et d'une réponse (encodage, maintien des informations pertinentes, suppression des informations distrayantes, préparation de la réponse, etc.), là où les paramètres comportementaux ne fournissent qu'une information plus limitée (temps de réponse ou taux d'erreur). Ces réunions ont précisé les notions de stades successifs de traitement de l'information et « d'états fonctionnels » : le cerveau peut fonctionner sous différents types de régimes qui déterminent le type d'attention, d'apprentissage et de mémoire. Ces états correspondraient à des organisations neuronales particulières, reflétées par les activités EEG. En cette année 1982, le groupe fut très actif, organisant trois rencontres, centrées sur les différents PE identifiés. Ceci répondait au besoin de clarifier ce champ de recherche en pleine expansion avec l'identification rapide de composantes toujours nouvelles : quels paradigmes donnent lieu à quelles composantes, quels sont les processus cognitifs associés ?

Par la suite, 22 réunions eurent lieu jusqu'en 1989, puis des séminaires annuels, abordant plusieurs grandes thématiques. Tout d'abord, il s'agissait de suivre les avancées méthodologiques concernant le traitement du signal enregistré en EEG, la cartographie des potentiels évoqués, et avec la technique nouvelle de la magnétoencéphalographie (MEG, mesurant le versant magnétique de l'activité neuronale). L'analyse en composantes principales de l'activité enregistrée a notamment permis de séparer efficacement l'activité cérébrale des artefacts physiologiques (clignements des yeux, activité cardiaque) ainsi que de décomposer les contributions respectives des différents rythmes cérébraux et PE pendant la réalisation de tâches cognitives. Une autre avancée méthodologique majeure a concerné l'identification des sources cérébrales de l'activité mesurée (dite « problème inverse »), avec l'objectif d'améliorer la résolution spatiale des mesures

électrophysiologiques. Un très grand nombre de configurations de sources peuvent donner lieu à la même topographie d'activité EEG telle qu'enregistrée à la surface du scalp. L'intégration d'informations sur l'anatomie cérébrale individuelle, la position des électrodes sur le scalp ou encore les *a priori* sur les sources recherchées sont essentiels pour déterminer la configuration la plus probable. Ces points méthodologiques restent centraux aujourd'hui.

Sur le plan expérimental, de nombreux facteurs sont étudiés, les PE permettant d'observer l'effet des stimulations et des contextes. Sont ainsi abordés l'occurrence ou la disparition de ces composantes en fonction des conditions expérimentales, comme la disparition de la CNV après satiété, la distinction entre traitement automatique et volontaire, les effets du stress ou l'association de la CNV avec les capacités d'estimation temporelle. Les limites du moyennage du signal EEG au cours de la réalisation des tâches et entre individus dans l'étude de la variabilité intra- et interindividuelle sont aussi un thème récurrent.

Comme indiqué plus haut, un des objectifs des études était d'examiner les données psychophysiologiques dans le domaine clinique ; de ce fait, les réunions du groupe de travail puis de la société ont notamment soulevé les difficultés associées à l'utilisation de l'EEG auprès des populations de patients. Il s'agissait de caractériser les altérations de PE associées à diverses atteintes neurodéveloppementales, psychiatriques et neurologiques (par exemple, autisme, schizophrénie, maladie d'Alzheimer), leurs spécificités, et leurs caractéristiques communes.

Ces réunions ont fait progresser les connaissances théoriques en psychophysiologie. Les PE permettent de faire la chronométrie des processus cognitifs, inaccessibles par l'introspection. Leur étude ainsi que celle des rythmes cérébraux a permis de faire avancer les connaissances sur l'adaptation du fonctionnement cognitif en fonction du contexte, des expériences précédentes et sur les liens entre processus cognitifs, comme entre attention et mémoire. Les résultats ont aussi soulevé des hypothèses concernant les bases neurochimiques des potentiels lents et leur association avec d'autres mesures. Les réunions visaient aussi à échanger au sein de la communauté pour harmoniser les termes utilisés : composantes tardives des PE ou potentiels « cognitifs » ? Ces termes seront finalement englobés plus tard sous l'appellation internationale *Event-related potentials*. On voit ici la difficulté à préciser les corrélats cérébraux du fonctionnement cognitif, sans réductionnisme, tout en essayant de rendre compte de l'expérience subjective des individus.

Durant ces années, si des événements européens ont été organisés (Mannheim, Liège, Lausanne), les réunions ont

principalement eu lieu à Paris, Marseille, Tours et Lyon. En plus des trois fondateurs du groupe de travail, elles ont été organisées par plusieurs figures de l'électrophysiologie française : Bernard Renault, chercheur au CNRS et directeur du LENA à la suite de Nicole Lesèvre, a fortement contribué au développement de l'électroencéphalographie comme méthode d'imagerie cérébrale et a été une personnalité centrale du groupe de travail ; Gilbert Lelord, déjà cité, fut un pionnier des recherches dans le domaine de l'autisme en France ; Françoise Macar, chercheuse au CNRS à Marseille, et Franck Vidal, professeur à l'Université d'Aix-Marseille ont précisé les mécanismes physiologiques associés au traitement et à la représentation du temps ; Marie-Hélène Giard, directrice de recherche INSERM à Lyon, a étudié les bases neurophysiologiques de l'attention auditive et l'intégration des informations visuelles et auditives dans la perception ; Bernard Claverie, professeur et directeur de l'École nationale supérieure de cognitive de Bordeaux, a étudié l'électroencéphalographie intra-cérébrale et les mécanismes associés à l'épilepsie ; Nicole Bruneau, neurophysiologiste et chercheuse INSERM à Tours, a étudié l'intégration auditive corticale au cours du développement neurotypique et dans l'autisme.

3. La création de la société

La société, nommée « Société de Psychophysiology cognitive » en 1991, prendra l'appellation actuelle « Société de Psychophysiology et de Neurosciences Cognitives » en 2010, lors de la réunion annuelle, à Paris ; cette appellation visait à intégrer l'essor nouveau des neurosciences cognitives à travers diverses méthodes d'imagerie cérébrale. À cette occasion, un vif débat a eu lieu sur l'idée d'ajouter à la nouvelle appellation, celle de « Neurosciences Affectives ». Finalement, le terme « Neurosciences Cognitives » a été considéré comme intégrant à la fois les processus sensoriels, ceux de plus haut niveau et les aspects affectifs. Pendant cette période, les séminaires annuels ont continué de garder une ouverture vers d'autres pays francophones (Bruxelles) tout en impliquant de nouveaux laboratoires en France (Strasbourg, Toulouse, Lille). Sur le plan technologique, la société continue de suivre les avancées de l'électroencéphalographie cognitive, tout en intégrant celles de l'électrophysiologie neurovégétative (1999, Lille). Les PE restent une thématique centrale de la société ainsi que les rythmes cérébraux, avec notamment une emphase sur l'activité cérébrale à haute fréquence (dans la bande dite gamma, au-delà de 40 Hz). Les avancées concernent également l'imagerie cérébrale multimodale du fonctionnement cognitif, combinant en particulier imagerie électrophysiologique et hémodynamique, telle

que l'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique (IRMf).

Les thématiques traitées au sein de la SPNC accompagnent l'évolution de nos connaissances sur les processus cognitifs et émotionnels associés au fonctionnement cérébral. Dans ce contexte, de nouveaux champs font leur apparition, comme la cognition sociale (processus cognitifs permettant les interactions sociales), les corrélats cérébraux des processus psycholinguistiques, ou encore le lien entre pathologies et émotions.

La volonté de développer la contribution de l'électroencéphalographie à la caractérisation des atteintes pathologiques, et son usage en clinique, reste très présente lors de ces réunions. Les séminaires de la période 1993-2010 porteront notamment sur les applications cliniques des potentiels évoqués identifiés (P300, *mismatch negativity* [MMN] et CNV), les corrélats cérébraux associés à l'autisme, ou encore aux perturbations du traitement sémantique. Les thématiques de la société intègrent aussi la contribution de l'EEG dans le contexte des réhabilitations sensorielles et motrices.

Durant cette période, la société, toujours affiliée à la Société des Neurosciences, développe également d'importants liens avec d'autres groupes de recherche et sociétés savantes. Elle devient membre de l'*International Organization of Psychophysiology* (IOP, créée en 1982 et regroupant les recherches en psychophysiology sur le plan international) en 2014 et a également un représentant à l'*European Society for Cognitive and Affective Neuroscience* (ESCAN). La société a par ailleurs rejoint en 2024 le Collège des Sociétés Savantes Académiques de France.

Depuis 2010, les réunions annuelles de la SPNC se poursuivent avec l'implication de laboratoires issus de nouvelles villes comme Chambéry ou Caen, et le développement de champs d'étude supplémentaires en lien direct avec les développements théoriques en psychologie cognitive comme l'étude de la cognition incarnée (prise en compte de l'influence des expériences sensorielles et de la position corporelle sur le fonctionnement cognitif), ou l'exploration des fonctions cognitives ou émotionnelles à l'aide de l'EEG intracérébrale, dans le contexte pré-chirurgical de l'épilepsie. L'association des mesures EEG avec de nouvelles méthodologies comme la fNIRS (imagerie spectroscopique en proche infrarouge) sont également abordées.

En conclusion, la SPNC, sous ses différentes appellations, a accompagné le développement francophone de l'électrophysiologie et de la magnétoencéphalographie depuis plus de quatre décennies. Elle maintient de fortes associations avec la communauté internationale : en

2023, la société faisait partie de la conférence *Cutting Gardens*, regroupant 21 institutions de 15 pays autour d'un programme scientifique commun. Par ailleurs, à l'occasion de plusieurs réunions annuelles de la SPNC, de nombreux collègues européens ont été invités à présenter leurs contributions majeures. La SPNC continue ainsi de contribuer au développement des recherches en psychophysiologie et en neurosciences cognitives, dans un cadre toujours informel et amical ([voir https://spnc.fr/](https://spnc.fr/)).

thomas.hinault@inserm.fr

henrique.sequeira@univ-lille.fr

aurelie.bidet-caulet@inserm.fr

anne.caclin@inserm.fr

marie.gomot@univ-tours.fr

nathalie.george@sorbonne-universite.fr

mh.steiner@orange.fr

timsit.berthier@wanadoo.fr

Références

(1) C. Chérici, Barbara J.G., 2007, « EEG, trois lettres pour percer les mystères du cerveau », La revue pour l'Histoire du CNRS, 19, 21-25