



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>



Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
 www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

 www.em-consulte.com



COMMUNICATION BRÈVE

Le chat qui faisait semblant de dormir

The cat which faked sleeping

F. Michel

ISC, CNRS, 67, boulevard Pinel, 69675 Bron cedex, France

Reçu le 18 avril 2009 ; accepté le 29 mai 2009
 Disponible sur Internet le 9 juillet 2009

À Michel Jouvet

MOTS CLÉS

Sommeil paradoxal;
 Découverte;
 Chat

Résumé La découverte du sommeil paradoxal, il y a cinquante ans, est émaillée d'anecdotes. Cette phase fut mise en lumière, alors que l'équipe se trouvait dans un contexte de recherche différent, travaillant à l'élucidation des mécanismes de l'attention. La première observation de cette phase de sommeil fut faite sur le chat : chat décortiqué d'abord, chat intact ensuite. Face à des épisodes de sommeil comportemental avec un tracé cortical contradictoire, voire inattendu, l'équipe dénommera ce sommeil comme « paradoxal ». En effet, le sommeil paradoxal se démarque du sommeil lent par quelques critères inverses : tracé EEG cortical rapide, mouvements divers (yeux, vibrisses, pattes etc.) et atonie des muscles posturaux. La dénomination est encore utilisée en France, tandis que dans les pays anglo-saxons, ce sommeil est appelé *rapid eye movement (REM) sleep*.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

REM sleep;
 Discovery;
 Cat

Summary The discovery of paradoxical sleep fifty years ago is dotted with anecdotes. This phase was brought to light, while the team was in a different research context, investigating the mechanisms of alertness. The first observation of this sleep phase was made on the cat: firstly decorticated and secondly intact cat. Facing episodes of sleep behaviour with a contradictory or at least unexpected cortical EEG, the team named this sleep phase as paradoxical. Indeed, it differs from the slow sleep by some inversed criteria: fast cortical EEG, various movements (eyes, vibrissae, atonia of postural muscles). The term is still used in France, while in the English speaking countries it is called *Rapid Eye Movement (REM) sleep*.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Adresse e-mail : fjp-michel@orange.fr.

Revenir sur une aventure scientifique vécue il y a cinquante ans n'est pas sans risques. Après avoir assisté à un congrès au titre flatteur pour l'ego (*Cinquantième anniversaire de la découverte du sommeil paradoxal*), dois-je me demander quelle importance scientifique on peut accorder à notre article de 1959 : sur un stade d'activité cérébrale rapide au cours du sommeil physiologique [1]. Le plus simple – et pas nécessairement très significatif – est d'aller sur Google. Aux deux mots clés de « sommeil paradoxal » on recrute 37 800 références. Il y a, il est vrai, beaucoup de redites, mais le chiffre peut quand même étonner. Quoique. Si on tape « le chien de la famille Obama », on obtient 120 000 réponses. Si on tape « le chat de la famille Obama », on obtient 215 000 réponses. Victoire du chat, comme pour les études sur le sommeil !

La phase paradoxale du sommeil, donc. Découverte ou simple trouvaille ? Le présent essai ne saurait être considéré comme une approche raisonnée qui serait celle d'un historien des sciences. Ceux que l'épistémologie intéresse peuvent consulter le travail de G. Lemaire et al [2]. Le lecteur peut en outre trouver un site Internet où Michel Jouvét [3] raconte la démarche poursuivie au cours des années 1958–1960.

Ici, ce sera plutôt un recueil d'anecdotes pour illustrer le côté trouvaille qui enchantait le chercheur débutant que j'étais. Mais pour Michel Jouvét, déjà affilié au CNRS, il s'agissait de découvrir du nouveau sur les mécanismes de l'éveil et du sommeil, selon une démarche aussi méthodique que possible, quoique avec ces allers et retours dans les hypothèses que connaissent bien les chercheurs.

Il convient de situer le contexte dans lequel s'inscrivait notre effort d'élucidation des mécanismes de l'éveil et du sommeil. Au départ, il y a la curiosité de Michel Jouvét pour les mécanismes d'habituation (un mot assez vilain et qui a bien perdu son aura). Jouvét avait travaillé à Los Angeles avec Hernandez-Peon sur l'habituation des réponses acoustiques à la répétition, l'habituation représentant un mécanisme élémentaire. Jouvét était revenu de Los Angeles très intéressé par le modèle de Magoun et Moruzzi [4], selon lequel la formation réticulée (dit, système réticulé activateur ascendant SRAS) assurait les mécanismes de l'éveil (et beaucoup d'autres choses encore lui étaient attribuées à l'époque !). Je doute qu'on parle encore de la réticulée comme d'un système !

Pourrait-on habituer la réaction d'éveil, en fatiguant et inhibant cette formation réticulée ? Soit, en pratique, voir le cortex se couvrir d'ondes lentes puisque cette formation réticulée était présumée assurer le tracé EEG de faible amplitude et rapide de la réaction d'éveil.

Les premières fois que nous avons observé la phase paradoxale, ce fut chez le chat décortiqué (par ablation du cortex) et le chat dit pontique (par section transversale entre pont et mésencéphale).

En relisant les nombreux articles de l'époque, on voit qu'il n'est pas facile de donner un nom à ce nouveau stade de sommeil. Il est appelé sommeil rapide, phase rhombocéphalique du sommeil, PP, SP, « phase paradoxale » (avec guillemets), phase paradoxale (sans guillemets), archéo-sommeil. Nos collègues américains ont, eux, très rapidement adopté *REM sleep*. Nous aurions pu le nommer sommeil atonie nuquale (SAN) !

Je me rappelle fort bien la première décortication que nous tentions, puisque c'était le jour de mai 1958 où De Gaulle prenait le pouvoir ! Nous opérions en écoutant la radio ! C'est chez le chat décortiqué que pour la première fois nous avons mis une électrode dans la nuque, cela afin d'enregistrer le soulèvement de la nuque lors des réactions d'éveil, lesquelles devaient s'atténuer petit à petit par habituation : il fallait bien trouver un indice électrophysiologique de l'éveil puisqu'il n'y avait plus d'EEG cortical. Et nous eûmes la surprise de constater des phases d'un spectaculaire relâchement musculaire de tout le corps et l'apparition de bouffées d'« ondes lentes » ou de « fuseaux », qui signalaient peut-être un assoupissement du tronc. Ces « fuseaux » devaient s'avérer plus tard être des pointes pontogéniculo-occipitales (PGO) et non pas les ondes lentes de synchronisation que nous espérions voir dans le tronc au cours du sommeil.

Une anecdote à propos de la « préparation » chat décortiqué : le lendemain de l'opération, nous arrivons au laboratoire, inquiets de trouver le chat mort ou au moins en piteux état. En effet, il n'y a plus de chat dans la cage ! Nous pensons alors que l'animalier a mis le chat – mort – au frigo ! Nous sommes très déçus. Tout d'un coup, nous entendons un bruit de pas et nous voyons notre décortiqué faire le tour du laboratoire en se cognant la tête sur les obstacles, mais continuant opiniâtrement son chemin. Je me rappelle Jouvét disant : « *Voilà le parfait soldat !* ».

Jouvét oublia l'habituation pour se consacrer au sommeil. L'urgence était de retrouver cette phase bizarre chez le chat intact. Nous avons construit une grosse cage en bois, tapissée de matériaux pour insonorisation. Nous observions le chat à travers une vitre épaisse pour que l'animal ne soit pas gêné par le bruit. Dommage, car nous ne risquions pas de voir des mouvements des yeux ! Mais nous avons vu chez le décortiqué les soubresauts musculaires, les mouvements des yeux et des vibrisses. Notre surprise fut grande en observant le chat étendu de tout son long, adoptant clairement une position de dormeur, et pourtant un tracé EEG typique de l'éveil : rapide et de bas voltage ! Nous écrivons sur le tracé de nos huit plumes (au mieux, car elles étaient souvent bouchées !) : « *Le chat fait semblant de dormir !* ». Et nous constaterons, grâce à l'EMG de la nuque, la perte totale du tonus musculaire, celle que nous avons observée chez le décortiqué. Nous venions de confirmer la réalité d'un nouveau stade de sommeil, puisque nous l'observions chez un animal normal ! Nous avons du mal à nous convaincre : la doxa de l'époque, c'est que plus l'EEG est lent, plus le sommeil est profond. Et nous étions face à des épisodes de sommeil comportemental avec un tracé cortical contradictoire, inattendu, presque gênant au début. C'est ce qui poussera à dénommer ce stade de sommeil comme « paradoxal »¹.

¹ Le concept des deux états de sommeil fut enfin adopté au cours d'un symposium international du CNRS qui eut lieu à Lyon en 1963. Il s'accompagnait d'une activité corticale rapide identique à celle de l'éveil, d'un rythme thêta hippocampique régulier, de mouvements oculaires et de variations végétatives qui permettaient de le distinguer facilement de l'éveil. Il était donc paradoxal d'enregistrer une activité caractéristique de l'éveil avec une élévation du seuil d'éveil et une atonie totale. D'où le nom de sommeil paradoxal que nous lui avons donné.

On sait bien que ce sont les observations gênantes, celles qu'on n'attend pas, qui peuvent s'avérer les plus intéressantes. On le sait bien, et pourtant il faut presque se forcer pour les accepter, les prendre en compte !

Suivront de multiples expériences :

- mise en évidence du rôle du tronc cérébral par les sections étagées du tronc cérébral ;
- mise en évidence du sommeil paradoxal chez le rat (au tout début, on se demandait si ce sommeil n'était pas une bizarrerie du chat !);
- mise en évidence du sommeil paradoxal chez l'agneau ;
- enregistrement des mouvements oculaires et même des muscles oculaires (le premier indice musculaire étant la disparition du tonus au niveau du releveur de la paupière supérieure) ;
- mise en évidence des pointes pontogéniculo-occipitales, faussement interprétées, au tout début, comme des ondes lentes chez le chat décortiqué ;
- asymétrie des phases de sommeil et d'éveil chez le chat, *split brain* ;
- sommeil du chat après déafférentation sensorielle, etc.

Pourquoi l'adjectif paradoxal a-t-il survécu? On peut objecter qu'à partir du moment où un fait d'observation est clairement isolé, et retrouvé autant de fois qu'on le voudra, il n'est plus étrange ni inattendu. S'il reste paradoxal, c'est qu'il se démarque du sommeil lent par quelques critères inverses : mouvements divers (yeux, vibrisses, pattes, etc.), atonie musculaire, et surtout tracé EEG cortical rapide. Pour nous, ce sommeil-là contredisait ce que tout le monde croyait à l'époque. À ce sujet, une anecdote. Juvet cherchant à avoir une sorte de rémission de notre péché (nous étions des apostats !), par l'absolution de la part d'une haute autorité sur le sujet éveil-sommeil, alla consulter le professeur Frédéric Bremer à Bruxelles. Quelle fut la réaction du Maître? « *C'est sans doute un blocage de vos préamples!* ». Juvet revint de Bruxelles, déconcerté, pour dire le moins !

En 1962, je pars à Los Angeles pour un séjour d'un an dans le laboratoire où travaillait H. Magoun, qui, avec G. Moruzzi, promouvait la formation réticulée comme « centre » de l'éveil². Je lis un jour, dans le *Los Angeles Times* qu'un professeur de l'UCLA, membre du laboratoire, a découvert le « centre » du sommeil [5]. Je m'empresse d'aller le voir et de lui présenter « notre » stade de sommeil avec EEG cortical rapide. Il me regarde avec étonnement, et pour ne pas snober le jeune chercheur que j'étais, admet qu'en effet il y a quelque fois des tracés rapides, mais entre les ondes lentes, très brefs, et qui ne sauraient témoigner d'un sommeil particulier! Quelques mois plus tard il me contacte pour que je lui parle de ce curieux stade dont il a entendu parler depuis...

² Magoun a mis en évidence le rôle particulier d'une structure du tronc cérébral, la formation réticulée, dans la synchronisation-désynchronisation des ondes cérébrales. La stimulation de cette zone cérébrale provoque chez l'animal la désynchronisation des ondes et le réveil immédiat, alors qu'une stimulation de la partie postérieure (caudale) plonge le sujet dans le sommeil. Avec Moruzzi, de Pise, Magoun délimita le système réticulaire activateur.

Toujours à l'UCLA, dans le laboratoire à côté de celui où je travaille à enregistrer les neurones de la douleur dans le noyau du trijumeau, le professeur W. Sawyer poursuit des études neuroendocrinologiques chez le lapin. Il a décrit à une curieuse réaction du lapin après le coït, un comportement d'abattement qui évoque un « *cuniculus triste post coitum* ». Il en cherche la raison dans quelque bouleversement hormonal... Je vais le voir et je lui dis qu'il a probablement observé des phases particulières de sommeil que, à Lyon, nous appelons paradoxales. Cette coïncidence l'amuse, mais il me dit qu'il s'occupe d'hormones chez le lapin, et de rien d'autre! Ce même comportement avait été observé chez la lapine par J. Faure et J.D. Vincent [6], après le comportement olfacto-bucco-anogénital-sexuel (OBAGS). En somme, un sommeil réparateur après un orgasme !

On ne m'en voudra pas d'être resté au plan des anecdotes, qui sont l'écume d'un travail d'innovation et de réflexion qui allait se poursuivre pendant encore de longues années. On imagine que ces quatre années furent pour moi une expérience enrichissante et valorisante. Puis, je laissai le sommeil pour me diriger vers des études de neuropsychologie. Lorsque je rencontrais Juvet, qui allait à son laboratoire de recherche clinique sur le sommeil, à l'hôpital neurologique, il m'abordait en me disant très vite: « *ça y est, on sait maintenant!* ». Au fil des années, j'ai appris que le sommeil dépendait du raphé, du locus coeruleus, de la sérotonine, de la noradrénaline, de la dopamine, de la température du cerveau, de l'orexine, du bon vouloir de l'évolution, de l'individuation par la génétique, etc. Pendant les mêmes années, je fréquentais le geste graphique, l'hémi-anacousie, le cerveau fendu (*split brain*), la dysphasie profonde, la lecture de l'hémisphère droit, l'achromatopsie centrale etc. Je n'ai retrouvé le sommeil paradoxal qu'à l'occasion d'un congrès... où l'on avait négligé de m'inviter. Il est vrai que, cinquante après, on a peut-être le droit d'oublier !

Références

- [1] Juvet M, Michel F, Courjon J. Sur un stade d'activité électrique cérébrale rapide au cours du sommeil physiologique. *C R Soc Biol* 1959;153:1024-8.
- [2] Lemaine G, Clemençon M, Gomis A, Pollin B, Salvo B. Stratégies et choix dans la recherche. À propos des travaux sur le sommeil. Paris: Mouton & Co, La Haye et Maison des Sciences de l'Homme; 1977.
- [3] <http://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/juvet/bsn.2001/index.html>.
- [4] Moruzzi G, Magoun HW. Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1949;1:455-73.
- [5] Sawyer W, Kawakami M. Characteristics of behavioural and electroencephalographic after-reactions to copulation and vaginal stimulation in the female rabbit. *Endocrinology* 1959;65:622-30.
- [6] Faure J, Vincent JD, Bensch C. Sommeil paradoxal et équilibre hormonal : interdépendance entre sommeil paradoxal et fonctions sexuelles. *Rev Neurol* 1966;115:443-54.