

LA RADIODÉLÉMETRIE DE L'E.E.G. CHEZ DES MALADES AVEC ÉLECTRODES IMPLANTÉES CHRONIQUES

A. KAMP, W. P. HAAYMAN, C. F. M. SCHRIJER
et W. STORM Van LEEUWEN

Medisch Fysich Instituut T.N.O. Da Costakade 45, Utrecht (Pays-Bas).

INTRODUCTION

Les transistors nous ont permis de construire pour la radiotélémetrie de l'E.E.G., des appareils de faible volume d'abord à deux canaux (KAMP et STORM Van LEEUWEN, 1961), plus tard à huit canaux (KAMP, 1963) et finalement à 16 canaux. Ces appareils ont été utilisés pour l'étude des relations entre le comportement et les activités électriques cérébrales chez le chien (STORM Van LEEUWEN *et al.*, 1967) et chez des malades psychiatriques (WALTER *et al.*, 1967) ou épileptiques (TROOST *et al.*, 1970). Divers autres auteurs ont publié des données similaires (voir GEIER) mais jusqu'à présent aucun travail avec électrodes au contact direct du cerveau n'a été publié. C'est pour cela que nous décrivons deux malades chez lesquelles de telles données ont été obtenues.

Méthode et Matériel.

Il s'agit d'une malade (19 ans) atteinte d'une épilepsie temporale et chez laquelle la possibilité de résection d'un foyer épileptogène a été étudiée et d'une malade (32 ans) avec névrose obsessionnelle grave chez laquelle des coagulations multifocales au niveau de la substance blanche des régions cingulaires ont été réalisées.

L'introduction des électrodes s'est effectuée selon la méthode décrite par Grey WALTER (1966). Chez la première malade ont été utilisées 42 électrodes se composant de tiges de fils d'acier inoxydable (diamètre 100 μ) isolées sauf au niveau de la surface d'enregistrement (4 mm). Chez la deuxième malade, des tiges de fils d'or (diamètre 150 μ) également isolées, mise à part la surface d'enregistrement, ont été introduites.

Les activités électriques ont été transmises par l'appareil de radiotélémetrie à 16 canaux, porté sur le dos par les patientes et connecté aux électrodes par un câble spécial avec des plots multicontacts.

Les électrodes en acier inoxydable avaient une résistance d'environ 100 k Ω et la constante de temps du système enregistreur était de 0,2 à 0,3 sec. Pour les électrodes en or les résistances étaient de 30-60 k Ω et la constante d'environ 0,1 sec. Le bruit de fond ne dépassait pas 10 μ V et dans la plupart des cas n'était pas supérieur à 5 μ V. Comme l'équilibre entre les entrées des amplificateurs et la terre était très bonne il n'y avait presque pas de parasitage par le 50 Hz du réseau d'éclairage à moins que les malades ne se trouvent à proximité immédiate des câbles du réseau. Pour cette raison il n'a pas été nécessaire d'exécuter les enregistrements dans des pièces blindées.

Ces malades ont été enregistrées :

- 1° dans la salle d'enregistrement au cours de la déambulation sans but spécial ;
- 2° assise sur une chaise face à un écran sur lequel de temps en temps pendant 0,1-0,2 sec une image simple était projetée ; un son précède d'une sec la projection. Ensuite la patiente se lève, marche vers un tableau et dessine ce qu'elle a vu, puis retourne s'asseoir sur la chaise et attend la prochaine séquence de son et projection ;
- 3° la malade est soumise à une épreuve de recherche de la V.C.N., épreuve composée par un son suivi 1 sec après par une série d'éclairs que la patiente peut supprimer en appuyant sur un bouton.

RÉSULTATS

Les investigations peuvent être classées en deux catégories :

1° Des enregistrements à visées cliniques, qui ont pour but d'obtenir des informations sur la localisation des électrodes pour pouvoir évaluer soit les décharges irritatives dans les cas d'épilepsie, soit l'effet des coagulations dans le cas d'obsession.

2° Des enregistrements à visées physiologiques, pour profiter de la position des électrodes en contact direct avec les structures cérébrales et effectuer des études physiologiques ou physiopathologiques de la fonction des diverses structures cérébrales. Ces dernières investigations ne doivent évidemment jamais faire subir un préjudice au patient.

I. — INVESTIGATIONS CLINIQUES.

Les enregistrements chez la patiente épileptique cherchaient surtout à évaluer l'influence des différentes situations sur l'apparition de phénomènes électriques irritatifs comme pointes, pointes-ondes, etc. Pendant l'enregistrement E.E.G. conventionnel on avait observé divers foyers d'activité irritative (pointes, pointes-ondes) dans les régions corticales, frontales et temporales des deux côtés. Les enregistrements radiotéléométriques montraient ces mêmes activités irritatives (voir fig. 1) et confirmaient que ces phénomènes se manifestaient surtout dans des conditions de relaxation et particulièrement de repos mental. Par exemple si la patiente était dans les conditions 1 ou 2 décrites ci-dessus c'est-à-dire marchait ou non vers le tableau, dessinait, regardait, etc., il y avait peu de phénomènes irritatifs alors que si cette patiente était assise au repos, on pouvait noter une augmentation considérable du nombre de pointes et pointes-ondes dans toutes les régions. Une situation remar-

quable doit être mise en relief : elle concernait une période de plus de deux heures sans aucune activité irritative sur toutes les électrodes pendant que la patiente était assise à table et bavardait et jouait avec des petits jeux avec une autre jeune fille de son âge (fig. 2).

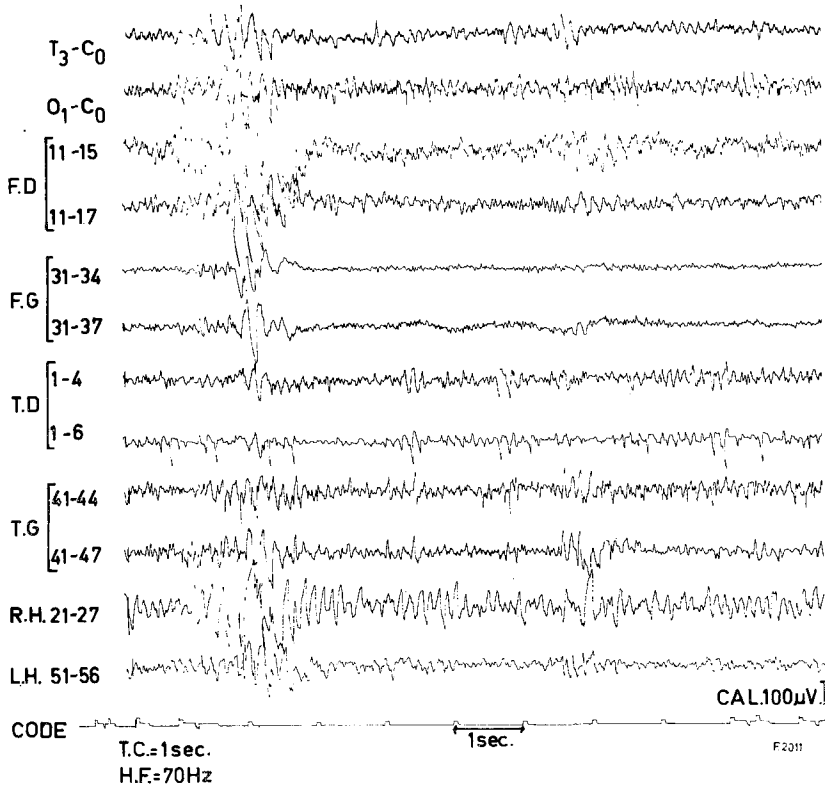


FIG. 1. — Pendant que la patiente épileptique est assise, au repos, des pointes se manifestent dans diverses structures, notamment temporale droite (TD, 1-6). En plus on voit une décharge diffuse dans toutes les structures. FD et F.G. : frontale droite et gauche. TD et TG : temporale droite et gauche. R.H. et L.H. : hippocampe droite et gauche.

Chez la patiente obsessionnelle les investigations cliniques utilisaient surtout des enregistrements directs. Les données radiotéléométriques n'ayant qu'une signification relative de confirmation, nous n'insisterons pas sur leur description.

II. — INVESTIGATIONS PHYSIOLOGIQUES.

Ces investigations avaient surtout pour but de mettre en évidence soit les relations des activités électriques cérébrales avec le comportement de la patiente soit les interrelations mutuelles des activités électriques des différentes structures, par analogie avec nos études expérimentales chez le chien.

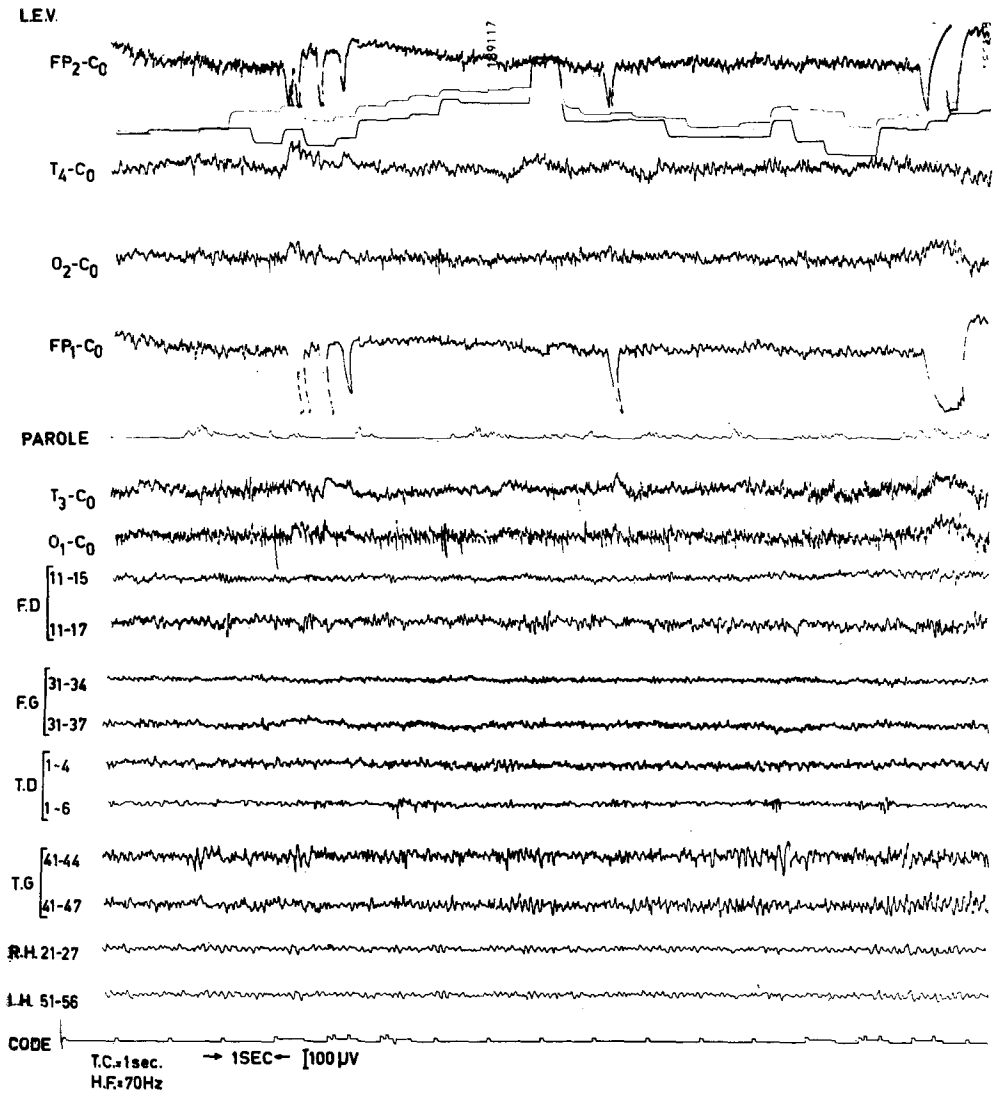


FIG. 2. — Partie d'une période de deux heures au cours de laquelle la patiente bavardait avec une autre jeune fille. Aucune activité pointue ne se manifeste (mêmes dérivations que figure 1).

Chez la patiente épileptique on a pu observer des activités rythmiques d'environ 10-12 c/s qui apparaissaient dans les structures frontales en relation avec la situation 2 décrite ci-dessus : il y avait une augmentation nette de cette activité après le son, pendant la projection et lorsque la patiente se levait, marchait vers le tableau et dessinait (fig. 3). Pour évaluer la signification de cette observation on a effectué

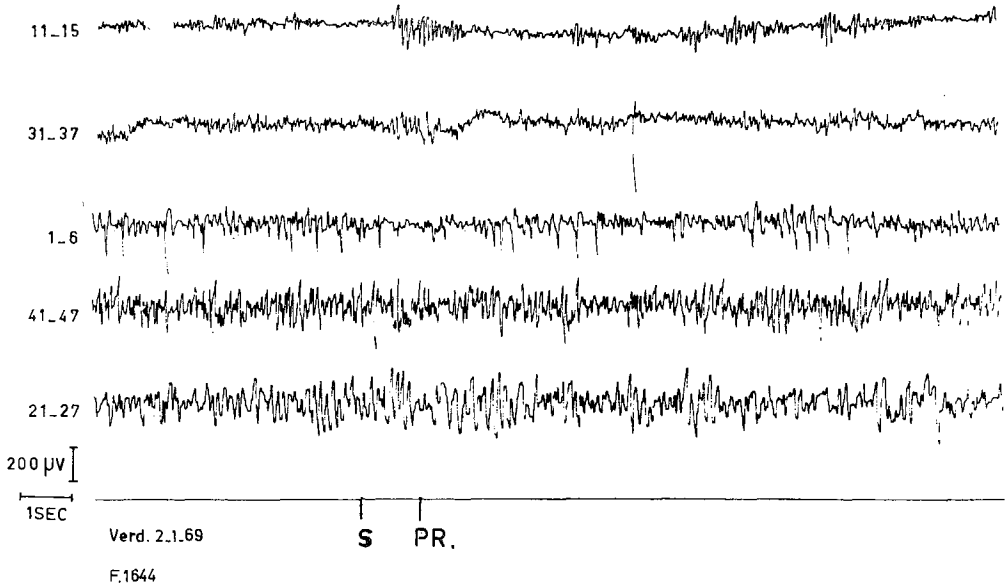


FIG. 3. — Augmentation des activités rythmiques de fréquence 6-9 c/s dans la région frontale droite (dérivation 11-15) après le son et pendant la projection. Diminution simultanée des activités rythmiques de fréquence 8-12 c/s dans la région temporale droite (dérivation 1-6).

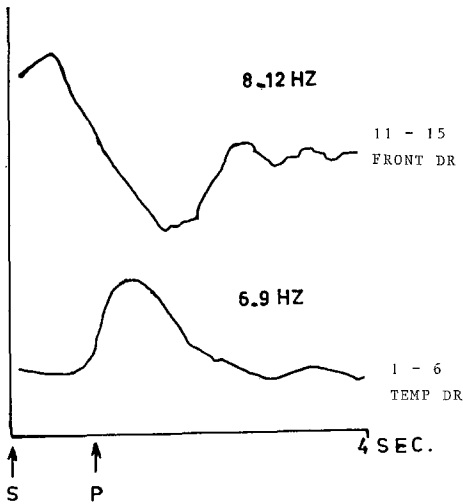


FIG. 4.

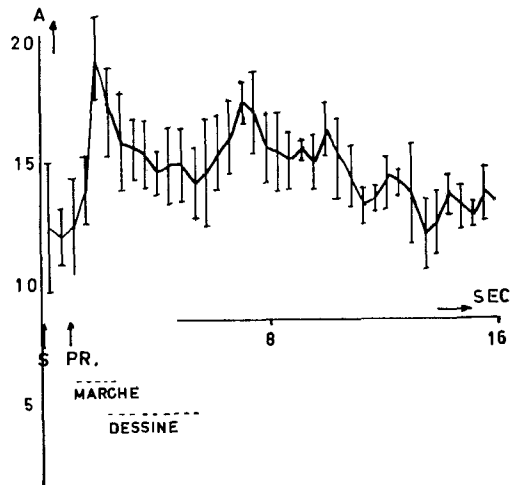


FIG. 5.

FIG. 4. — Analyse continue de fréquence sur une période de 4 s dans la bande de 8-12 c/s de la dérivation temporale droite (courbe supérieure) et dans la bande de 6-9 c/s de la dérivation frontale droite (courbe inférieure). Courbe moyenne de 12 présentations. S = son ; P = projection. Noter l'augmentation nette des activités dans la région frontale avec une diminution simultanée dans la région temporale : phénomène d'alternance.

FIG. 5. — Analyse continue de fréquence sur une période de 16 s dans la bande de 6-9 s de la dérivation frontale droite. Courbe moyenne et écarts obtenus à partir de 4 moyennes de 12 présentations. Noter une augmentation significative lorsque la patiente se lève, se dirige vers le tableau et dessine.

une analyse de fréquence continue pendant des périodes de 4 sec puis pendant d'autres périodes de 16 sec, chaque période commençant 0,3 sec avant le son. Ensuite on a sommé les données de 12 présentations (fig. 4) et finalement on a calculé la moyenne de 4 de ces sommations et déterminé les écarts moyens (fig. 5). Ces analyses montrent que l'augmentation des activités frontales de 10-12 c/s est en effet significative. La figure 4 montre en plus que simultanément avec cette augmentation des

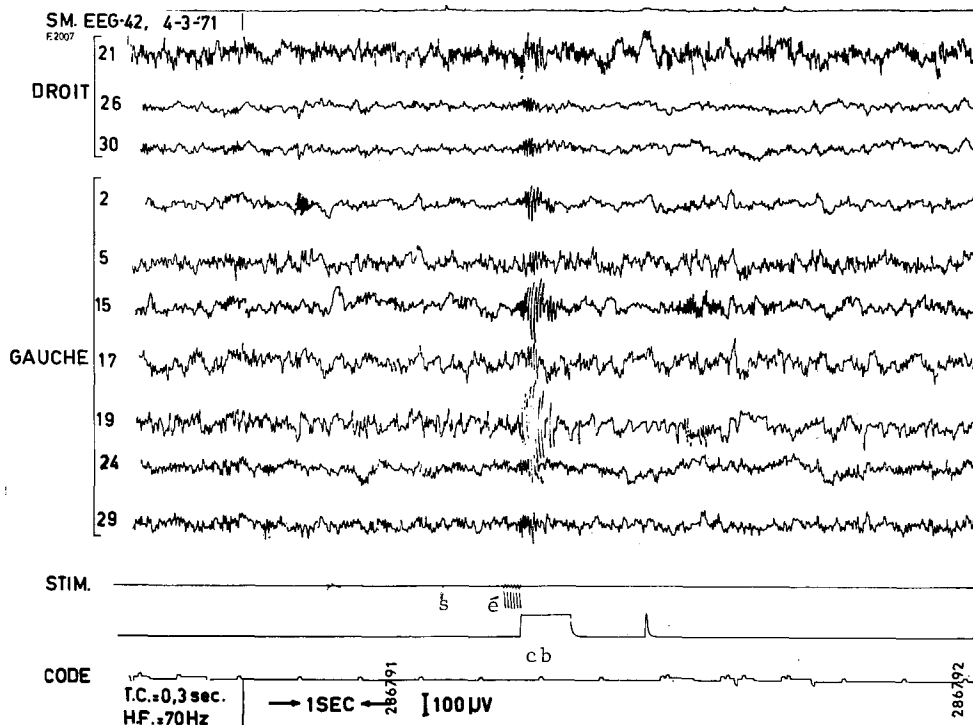


FIG. 6. — Apparition d'une bouffée bêta (18-24 c/s) dans les structures frontales surtout à gauche (15) pendant que la malade appuie sur le bouton (c.b.) pour supprimer les éclairs (é) qui commencent une seconde après le son (S).

activités se produit une diminution d'activité dans la région temporelle. Cette augmentation d'activité dans une certaine structure cérébrale contemporaine d'une diminution d'activité dans une autre structure est bien connue chez le chien et nous l'avons dénommée « alternation » (STORM van LEEUWEN *et al.*, 1967).

Chez la patiente obsessionnelle on a pu observer un autre phénomène : la survenue d'une bouffée d'ondes rythmiques dans la bande de fréquences 18-24 c/s (« bouffée bêta ») dans les régions frontales inférieures (pars triangula). Ces bouffées se manifestaient parfois aussi bien « spontanément » dans les enregistrements directs que dans les enregistrements radiotéléométriques, sans relation perceptible avec le com-

portement. Toutefois certains comportements les provoquaient nettement ; pendant l'enregistrement chez cette patiente de la Variation Contingente Négative (V.C.N.) au cours des premières séries, les bouffées bêta apparaissaient immédiatement après le son, précédant et accompagnant les éclairs. Plus tard ces bouffées apparaissaient moins rapidement après le son, autrement dit ne commençaient qu'après les premiers éclairs (fig. 6). Il faut ajouter qu'à ces moments-là la malade n'était plus très exacte et attendait les éclairs pour appuyer sur le bouton. Au cours des enregistrements suivants, les bouffées bêta disparaissaient graduellement — peut-être une forme d'habitude — mais réapparaissaient immédiatement quand une incertitude était introduite, c'est-à-dire lorsque seulement 50 p. 100 des sons étaient suivis d'éclairs de façon irrégulière (« random numbers »). Les bouffées bêta survenaient encore de façon plus prononcée lorsqu'on demandait à la patiente d'essayer de prévoir la survenue éventuelle des éclairs et d'indiquer sa prédiction par « oui » ou « non ». L'intérêt de la radiotéléométrie pour l'étude des bouffées bêta a été de pouvoir facilement enregistrer les bouffées bêta pendant divers tests entraînant une certaine motilité de la malade comme par exemple avec un « binary choice generator ». Mais, plus important peut-être était l'absence remarquable de ces bouffées pendant les situations 1 et 2. Sans trop y insister dans cette communication il est néanmoins possible de constater que l'apparition des bouffées bêta semble liée d'une certaine façon avec la formation d'une décision.

RÉSUMÉ

La radiotéléométrie de l'E.E.G. peut être exécutée sans difficulté spéciale à l'aide d'électrodes en contact direct avec les structures cérébrales chez des patients épileptiques ou psychiatriques.

On a observé des activités rythmiques corticales en relation avec des aspects comportementaux, caractérisés par une augmentation d'activité frontale de 10-12 c/s simultanément avec une diminution d'activité temporale de 6-9 c/s, phénomène « d'alternation » comparable à celui du chien.

On a observé des bouffées bêta dans le cortex frontal inférieur en relation avec certains comportements pouvant être liés à une situation de décision.

SUMMARY

Electroencephalographic recordings by means of radiotelemetry from depth electrodes implanted in man,

by A. KAMP, W. P. HAAYMAN, C. F. M. SCHRIJER and W. STORM Van LEEUWEN,
Rev. E.E.G. Neurophysiol. (Paris), 1971, 1, 3, 287-294.

In psychiatric and epileptic patients E.E.G. radiotelemetry has been carried out without particular difficulties from chronic indwelling electrodes making direct contact with various brain structures.

Relations have been observed between various electrical cortical activities and behavioral aspects,

Rev. d'E.E.G. Neurophysiol., 1971, t. 1, n° 3.

for example an increase of frontal 10-12 c/sec activity simultaneously with a decrease of temporal 6-9 c/sec activity. This « alternation phenomenon » is comparable to similar phenomena observed previously in dogs.

The occurrence of bursts of beta activity has been noted in relation to certain behavioural aspects, probably concerning decision making.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Radiotelemetrie des E.E.G. bei Kranken mit Tiefenelektroden,

von A. KAMP, W. P. HAAYMAN, C. F. M. SCHRIJER und W. STORM Van LEEUWEN,
Rev. E.E.G. Neurophysiol. (Paris), 1971, 1, 3, 287-294.

Die Radiotelemetrie kann, bei Kranken mit psychischen Störungen oder epileptischen Anfällen, mittels Tiefenelektroden die Tätigkeit verschiedener Hirnstrukturen ohne besondere Schwierigkeiten registrieren.

Man beobachtet Beziehungen zwischen rhythmische kortikale Tätigkeiten und gewissen Ansichten des Verhaltens, gekennzeichnet durch eine Steigerung der 10-12/sec. Tätigkeit im Lobus frontalis gleichzeitig mit einer Verminderung der 6-9/sec. Wellen im temporalis. Dieses « Wechselphänomen » ist ähnlich jenem das man bei Hunden beobachtet hat.

Man beobachtet auch in den unteren Lagen der Hirnrinde des Lobus frontalis gruppierte beta-Wellen deren Vorkommen ebenso an ein gewisses Verhalten — wahrscheinlich eine Entschlussfassung — gebunden ist.

BIBLIOGRAPHIE

1. KAMP (A.). Eight channel E.E.G. telemetry. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1963, 19, 164.
2. KAMP (A.) and STORM Van LEEUWEN (W.). A two channel E.E.G. radio telemetering system. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1961, 13, 803-806.
3. STORM Van LEEUWEN (W.), KAMP (A.), KOK (M. L.), DE QUARTEL (F. W.), LOPES da SILVA (F. H.) et TIELEN (A. M.). Relations entre les activités électriques cérébrales du chien, son comportement et sa direction d'attention. *Actual. Neurophysiol.*, 1967, 7, 167-186.
4. TROOST (J.), KAMP (A.) and Van RIJN (A.). Influence of motor and/or mental activation on the E.E.G. of some normal subjects and some epileptic patients (preliminary report). *Progress Report Inst. Med. Phys. T.N.O.*, 1970, 2, 63-66.
5. WALTER (W. G.). Electrophysiologic contributions to psychiatric therapy. *Curr. psychiatr. Ther.*, 1966, 6, 13-25.
6. WALTER (W. G.), COOPER (R.), CROW (H. J.), McCALLUM (W. C.), WARREN (W. J.), ALDRIDGE (V. J.), STORM Van LEEUWEN (W.) and KAMP (A.). Contingent negative variation and evoked responses, recorded by radiotelemetry in free ranging subjects. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 1967, 23, 197-206.