

Localisation des tumeurs cérébrales des hémisphères par l'électroencéphalogramme. État actuel — possibilités.

Par

A. BAUDOUIN et **H. FISCHGOLD** (de Paris).

Avec 8 figures.

(Eingegangen am 7. April 1949.)

HANS BERGER fut le premier à signaler, dès le début de ses travaux, les altérations électro-encéphalographiques qui surviennent chez les malades porteurs de tumeurs cérébrales: mais la technique d'enregistrement fronto-occipital employée par l'illustre neuro-psychiatre ne se prêtait guère aux recherches de localisation.

Il fallut attendre jusqu'en 1936 le premier mémoire, dû à W. GREY WALTER¹, consacré à la localisation des tumeurs cérébrales. Depuis, malgré le grand nombre de publications parues, le sujet reste d'une brûlante actualité.

Les résultats des divers auteurs sont fort différents. Il nous est impossible, dans le cadre restreint de cet article, de confronter avec les nôtres les techniques et les résultats des autres centres d'EEG. Nous nous bornerons donc à exposer ici ce que nous a enseigné notre expérience personnelle de 1940 à 1949.

Ce travail sera divisé en trois parties. Dans la première nous présenterons quelques considérations générales sur les altérations que les tumeurs cérébrales imposent à l'activité électrique du cerveau et sur la manière de les utiliser pour la localisation; dans la seconde nous étudierons les signes locaux des tumeurs cérébrales et la technique de leur recherche; la troisième présentera enfin les résultats obtenus par l'emploi de ces techniques, progressivement remaniées et perfectionnées au cours de ces dernières années.

Altérations de l'activité électrique du cortex sous l'action d'une tumeur cérébrale.

A. Altérations expérimentales.

GLASER, SJAARDEMA et WOELFEL² réalisent sur le cerveau du lapin une compression localisée, en enfonçant dans l'intérieur du crâne, au moyen d'une vis, un cylindre métallique. Ils étudient ainsi l'influence du facteur mécanique sur le rythme cérébral et obtiennent des ondes lentes. Il en est de même pour SARKISOV et PENTZIK³, qui implantent

au niveau du cerveau des animaux de véritables tumeurs expérimentales: tumeurs non évolutives (paraffine ou muscle), ou évolutives (Brown Pierce blastema tumor).

Ces expériences sont d'ailleurs à reprendre à la lumière des techniques récentes de localisation.

B. Enregistrements directs chez l'homme, par cortico et souscorticographie, au cours d'interventions opératoires.

Le travail de FOERSTER et ALTENBURGER⁴, qui date de 1935, avait montré le fait primordial que la néoformation cérébrale est, par elle-même, inactive et silencieuse.

Les observations publiées par SCARF et RAHM⁵ en 1941 confirment cette donnée. Ils montrent aussi que le cortex sus-jacent à la tumeur, et sous-tendu par elle, peut perdre toute activité électrique et devenir silencieux s'il a subi des altérations histologiques trop profondes. Cela est d'ailleurs exceptionnel. Ce silence cortical peut également s'observer quand le cortex a été largement déconnecté des parties profondes par l'envahissement néoplasique sous-cortical. Cela aussi est peu fréquent.

W. GREY WALTER et V. J. WALTER⁶ ont publié en 1946 un procédé ingénieux qui permet, en sondant le cerveau au moyen d'une aiguille-électrode, de délimiter la tumeur. On enfonce progressivement l'aiguille: tant que la pointe est hors de la tumeur, on enregistre une activité électrique; celle-ci cesse quand la tumeur est pénétrée et dans le trajet intratumoral: au-delà elle reparait.

Ces recherches de cortico-graphie et de sous cortico-graphie sont encore très fragmentaires, mais elles nous indiquent une des voies principales qu'il faudra suivre dans l'avenir. Cependant la cortico-graphie, exigeant l'ouverture préalable du crâne, ne saurait servir à une localisation préopératoire, qui ne peut être demandée qu'à l'électro-encéphalographie. Celle-ci ayant été pratiquée avec le plus grand soin, en explorant le plus de points possible, on comparera les données électriques: d'abord avant l'intervention, avec les données de la clinique; puis, après l'intervention, avec les données anatomiques.

C. Confrontation préopératoire des données électriques et cliniques.

C'est évidemment là un temps essentiel. On a relevé chez le malade les signes fournis par les examens neurologique et psychiatrique, ainsi que ceux qui résultent des examens complémentaires: système oculaire, VIII^e paire, radiographies. Cela permet assez souvent une localisation plus ou moins précise. Si cette localisation clinique concorde avec la localisation électrique, cela donnera au neuro-chirurgien une grande sécurité et il pourra tracer son volet sans ventriculographie préalable.

Mais s'il y a discordance ? C'est le clinicien qui se trompe, ou l'électro-encéphalographiste ? La clinique a ses erreurs et l'on sait que les tumeurs cérébrales peuvent donner des signes à distance qui égarent le diagnostic ; de même l'électro-encéphalographie est, à l'heure actuelle, loin de prétendre à l'infailibilité.

Il n'y a pas de règle générale pour arbitrer ces discordances et chacune est affaire de cas particulier.

Remarquons aussi que les signes électriques ne sont pas immuables et qu'ils parcourent un cycle évolutif. Les altérations électriques provoquées par une tumeur cérébrale peuvent être localisées au début et se diffuser à mesure que la tumeur s'étend. Dans des cas exceptionnels, on assistera à l'évolution inverse. Soit par exemple une tumeur radiosensible : Si on la voit à un stade assez avancé, on observera des signes électriques diffus ; mais cette diffusion se réduira par la radiothérapie pour ne laisser subsister que des signes localisés⁷.

D. Confrontation post-opératoire des données électriques et anatomiques.

C'est la méthode employée partout pour faire la critique de l'électro-encéphalographie et de sa valeur localisatrice. On ne saurait trop insister sur le soin minutieux qu'il faut apporter à cette confrontation, en utilisant tous les documents accessibles : ventriculogrammes, artériogrammes, compte-rendu opératoire, examen histologique des fragments prélevés au cours de l'intervention. Si les cas malheureux où le malade succombe sont assez rares, ils sont scientifiquement précieux en permettant l'examen détaillé du cerveau par un anatomo-pathologiste compétent.

En utilisant tous ces documents on dresse de la tumeur une carte aussi exacte que possible et l'on confronte, secteur par secteur, l'état anatomique et l'activité électroencéphalographique dont la carte a été établie avant l'intervention.

CARVALHO a utilisé cette méthode, avec tout le soin possible, dans le service de neuro-chirurgie du Professeur agrégé PUECH, à l'hôpital Ste-Anne : nous verrons plus loin ses résultats.

Techniques de localisation et signes électriques des tumeurs cérébrales.

A. Techniques de localisation.

Les techniques employées dans notre laboratoire pour la localisation des tumeurs ont varié au cours de ces dernières années.

Nous avons commencé par la méthode monopolaire pour des raisons de commodité et de simplicité. Pendant une période intermédiaire, nous avons employé simultanément, pour les comparer, les méthodes

monopolaire et bipolaire. Depuis 1947, nous ne recourons plus qu'à l'enregistrement bipolaire pour les localisations.

Nous nous servons d'un appareil à six plumes et avons, après quelques tâtonnements, standardisé la technique de localisation dans les trois montages que représente la figure 1.

Avec une distance de 6 à 7 centimètres entre les électrodes, la convexité des deux hémisphères est examinée grâce à 18 dérivations bipolaires jumelées, groupées en trois montages successifs. Chacun des points standard (frontal, rolandique, occipito-pariétal, temporal,

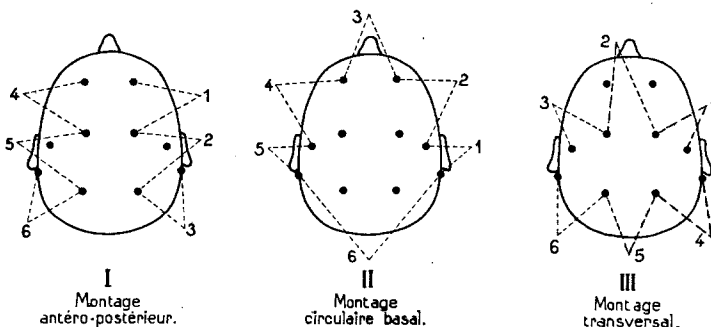


Fig. 1. Les trois montages employés successivement dans l'examen standard.

mastoldien) correspond à une aire cérébrale importante. L'électrode mastoldienne, toujours active, inscrit la face inférieure des lobes temporal et occipital et peut-être les noyaux de la base.

Si ces trois montages fournissent des tracés normaux, on renonce à une localisation: il en est de même s'ils fournissent des tracés altérés sur toutes les dérivations. Si, par contre, on se trouve devant une activité anormale localisée, on fixe toutes les électrodes sur l'hémisphère malade pour pratiquer une exploration plus serrée, dans des directions verticale horizontale ou oblique. Suivant les cas, la densité des électrodes est plus ou moins grande: aussi ne peut-on guère schématiser ce stade final de l'examen.

B. Signes électriques des tumeurs cérébrales: leur signification.

Par l'emploi de la technique que nous venons d'exposer, l'opérateur se propose:

de délimiter le plus rigoureusement possible le secteur des potentiels anormaux ou „Secteur delta“;

de découvrir à l'intérieur de ce secteur une zone où l'amplitude des potentiels est maxima ou, au contraire, une zone où le tracé s'aplatit jusqu'à devenir silencieux;

de voir s'il existe des „oppositions de phase“, c'est à dire de chercher si l'on peut trouver un point du cortex tel que deux électrodes placées symétriquement par rapport à lui, enregistrent des tracés d'amplitude et de morphologie à peu près identiques, mais de polarités inverses (tracés en miroir).

Au cours de ces investigations nous employons régulièrement l'hyperpnée comme activateur des tracés: elle a cependant l'inconvénient de diffuser les altérations. Chez les malades suspects de tumeur cérébrale, nous nous abstenons de toute activation chimique (cardiazol,

Tracé 6377 - Analyse

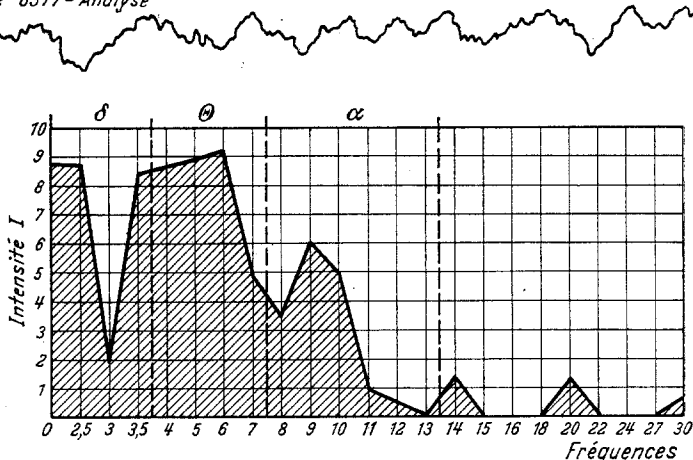


Fig. 2. Rythme delta surchargé d'alpha et son analyse. En haut, le tracé pendant une durée de 10 secondes. En bas, représentation graphique de l'analyse du tracé par l'analyseur de W. GREY WALTER. En abscisses, les fréquences de 1 à 30 cycles-seconde. En ordonnées, l'énergie, graduée de 1 à 10 unités arbitraires. La courbe est obtenue en joignant le sommet des pointes que donne l'analyseur pour chaque fréquence. On voit ainsi la prépondérance des rythmes lents delta (1 à 4 c/s) et theta (4 à 7 c/s), par rapport à l'alpha. (8 à 12 c/s);

insuline...) pour ne pas risquer une crise comitiale. Nous avons essayé de pratiquer systématiquement des injections intra-veineuses de sérum hypertonique, sans grande amélioration des résultats.

Entrons maintenant dans quelques détails sur les signes électriques que nous venons d'énumérer.

1. *Le rythme delta.* Si le tissu humoral est électriquement inactif, le cortex péri-tumoral développe un rythme particulier, dit rythme delta par W. GREY WALTER. Sa fréquence est de 0,5 à 3,5 cycles seconde; son amplitude dépasse 100 microvolts, sa morphologie est irrégulière. En l'étudiant au moyen de son analyseur de fréquences, W. GREY WALTER⁸ l'interprète comme un rythme polymorphe, dont les composantes élémentaires ne sont pas harmoniques (fig. 2).

Il semble que ce rythme delta soit lié avant tout aux perturbations circulatoires que la tumeur provoque dans le cortex qui l'environne: ischémie, oedème, thrombose, hémorragies. Le rôle de la simple compression mécanique, d'une hypertension intracrânienne modérée, paraît de second plan. On sait depuis longtemps qu'une forte hypertension intra-crânienne donne des altérations électriques de tout le cortex.

Le grand intérêt du rythme delta est qu'il reste un *signe local* tant que la tumeur n'est pas trop évoluée. C'est donc un symptôme de localisation qui traduit, avec une relative exactitude, la place et l'étendue

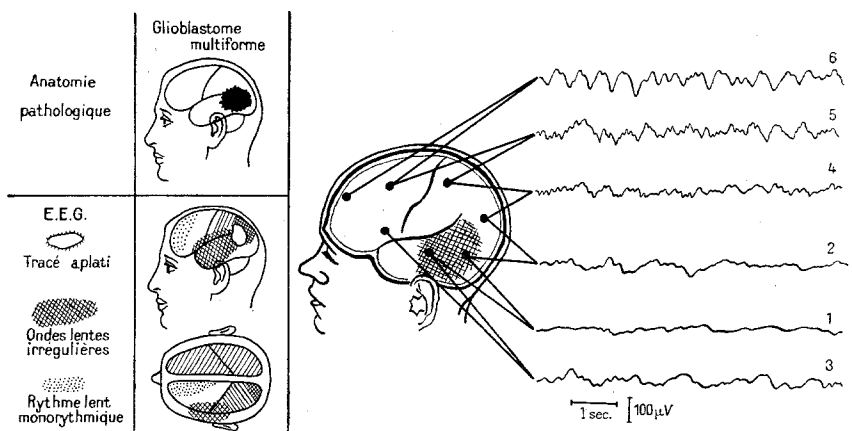


Fig. 3. Les différentes altérations rencontrées dans un tracé de tumeur. Il s'agissait d'un glioblastome à évolution aiguë, ayant détruit le cortex dans la région temporale postérieure. Dans la moitié droite de la figure, les tracés enregistrés sur les dérivations successives sont représentés. 1. Silence électrique- tracé plat- zone de destruction du cortex; 2. et 3. Rythme delta autour de la zone de silence; 4. et 5. Rythme delta surchargé d'alpha — en 5 il existe déjà des rythmes transmis; 6. Rythme transmis frontal: remarquer son allure régulière.

de la tumeur. Mais, pour lui donner cette valeur localisatrice, il faut s'efforcer de le distinguer des *rythmes à distance*. Ce sont des rythmes lents, qui, au lieu de naître au niveau de la tumeur, se manifestent loin d'elle. Il s'agit de rythmes *localisés*, indépendants d'une hypertension intra-crânienne. Il va de soi que nous éliminons l'hypothèse de tumeurs multiples et ne parlons que de ces faits où le rythme est enregistré sur une zone du cerveau qui s'est montrée d'aspect normal à une intervention opératoire où à l'autopsie.

Il y a des cas où la clinique permet d'éviter l'erreur. C'est ainsi, par exemple, que si de gros signes cliniques, comme une alexie, une hémianopsie latérale indiquent une localisation postérieure, un rythme lent de la région frontale ne pourra être qu'un rythme transmis. Mais, même en dehors de son secours, la morphologie de l'onde transmise est assez typique (fig. 3). Elle est plus régulière, plus sinusoïdale que

l'onde delta locale. L'analyseur de W. GREY WALTER montre qu'elle est constituée de fréquences harmoniques ou d'une seule fréquence. La transmission se ferait par voie nerveuse et spécialement vers les régions frontales. Cet ensemble de caractères est assez net pour que nous ayons pu, au cours de ces derniers mois, faire plusieurs fois, avant l'intervention, le diagnostic de rythme à distance. Nous nous garderons cependant de prétendre que cela soit toujours facile.

2. *Le silence électrique.* Nous avons vu plus haut qu'en électro-corticographie, le silence électrique est un signe qui a été maintes fois

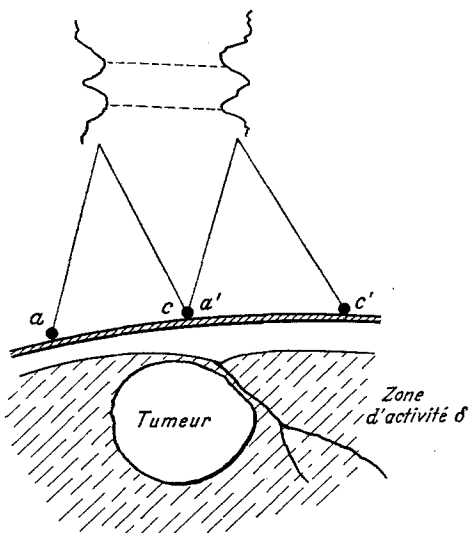


Fig. 4. L'opposition de phase: Dans ce schéma l'électrode ca' est située sur la projection de la tumeur. — Les électrodes a et c' sont situées sur des zones équipotentiellles de delta. Les tracés ac et $a'c'$ sont en opposition de phase — en admettant que la zone d'émission du rythme delta se trouve sous l'électrode commune $c a'$.

vérifié. Par contre, en électro-encéphalographie trans-crânienne, il est encore fort discuté. Pour notre part, nous croyons à son existence. Beaucoup plus rare que le rythme delta localisé, il nous paraît posséder une valeur localisatrice encore plus grande. Il s'observe dans les tumeurs malignes, rapidement extensives, créant une zone delta très étendue: toutes les fois que nous l'avons relevée, la zone silencieuse formait un îlot, entouré par des ondes delta plus ou moins généralisées (fig. 3).

En raison des discussions qu'il soulève, le signe du silence doit être contrôlé avec un soin particulier. La question technique est fort importante.

Remarquons en effet qu'avec les amplificateurs à entrée différentielle qui sont communément employés le silence d'une dérivation ne signifie pas forcément que les deux électrodes auxquelles elle correspond sont placées sur une zone muette. Elles peuvent répondre à deux zones parfaitement actives, mais d'activité équipotentielle. Divers artifices de technique, par exemple la mise en place d'une électrode intermédiaire, permettront d'éliminer cette cause d'erreur.

3. *L'opposition de phase.* La figure 4 donne le schéma de ce qui se passe et l'étude d'un modèle électrique (ADRIAN, W. GREY WALTER) montre que ce signe a une haute valeur théorique.

Sur le cerveau humain les choses sont moins simples. Il est en effet peu probable que le tissu cérébral soit altéré d'une manière identique sur toute la circonférence de la néoformation. Cette dernière affecte rarement la forme d'une sphère également développée suivant les différents axes. Néanmoins, le point d'opposition de phase correspond le plus souvent à la tumeur: il peut cependant se trouver dans son voisinage, et, dans deux cas rigoureusement contrôlés, nous l'avons détecté à plusieurs centimètres en avant de son pôle antérieur.

Resultats.

Nous avons dit, au début de ce travail, combien il est difficile de comparer les résultats obtenus dans différents laboratoires. Cela s'explique par une série de raisons. Tout d'abord les diverses publications ne s'entendent pas toujours sur le terme même de tumeur cérébrale. En second lieu, il arrive que les statistiques ne fassent pas le départ entre des tumeurs aussi différentes que celles des hémisphères, de la base où de la fosse postérieure. Les termes de „bonne“ et „mauvaise“ localisation ne sont pas superposables d'un auteur à l'autre. Et il faut ajouter à tout cela la divergence des techniques.

C'est pour ces motifs que nous sommes décidés à limiter notre travail à l'exposé de nos résultats personnels et nous commencerons par donner notre point de vue sur les questions litigieuses dont nous venons de parler.

Pour nous, une tumeur cérébrale est une néoformation localisée, extensive où non, réduisant la capacité crânienne. Cela comprend les tumeurs primitives, bénignes où malignes, les tumeurs métastatiques, les abcès, les hématomes. Nous ne rangeons la méningite séreuse dans le cadre des tumeurs cérébrales que si elle est enkystée.

Parmi les nombreuses tumeurs observées au Centre Neurochirurgical de l'Hôpital Ste-Anne, nous ne retiendrons que les tumeurs des hémisphères cérébraux. Cela élimine non seulement les néoformations de la fosse postérieure, mais aussi celles de la base, comme les tumeurs du 3^e ventricule où les crânio-pharyngiomes.

Nous n'envisageons la localisation qu'en fonction de l'acte neurochirurgical. La localisation pré-opératoire est faite pour guider le chirurgien qui doit tailler son volet. Si la tumeur est bien limitée une localisation très précise permettra de tailler un petit volet: au contraire un grand volet s'accommodera d'une localisation moins parfaite.

Pour aborder la corticalité des hémisphères, la forme générale du volet est celle d'un carré dont les bords seraient légèrement incurvés en dehors. Pour un volet moyen les côtés ont une longueur de 7 à 8 centimètres. Si le chirurgien s'est basé sur les résultats de l'EEG, il a pris comme centre du volet la zone du maximum d'altérations.

Partant de ces données, nous dirons que la localisation est:

bonne, quand la tumeur se trouve entièrement dans le cadre du volet;

acceptable, quand elle n'est que partiellement dans ce cadre de telle sorte que son ablation exige que le volet soit élargi;

mauvaise, quand elle se trouve en dehors du cadre du volet. Nous verrons que, dans ce cas, les signes électriques placent le plus souvent la tumeur plus en avant que sa place réelle.

Deux autres éventualités peuvent se présenter;

la localisation est limitée au côté. Il en est ainsi quand les altérations électriques occupent la totalité d'un hémisphère. Cela peut suffire dans certains cas, celui par exemple où le malade présente un syndrome psychique suffisamment net pour indiquer une tumeur frontale dont il reste à préciser le côté;

la localisation est impossible. Il en est ainsi quand les altérations sont diffuses au point d'occuper toute la surface du crâne, ou que le tracé est resté normal.

Pour les techniques de localisation, nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit plus haut. Mais nous répétons que nos méthodes ont été sans cesse remaniées à la lumière de multiples contacts avec nos collègues français et étrangers, de nos lectures et de notre expérience.

Nous exposerons donc nos résultats en présentant quatre séries de malades ayant fait l'objet de mises au point successives de 1945 à 1949.

a) *Première série*; En 1945 Madame le Docteur LERIQUE-KOECHLIN a consacré sa thèse inaugurale⁹ à la localisation des tumeurs cérébrales. Elle employa surtout la technique monopolaire et examina 58 tumeurs des hémisphères. Cela lui donna:

- 34 bonnes localisations;
- 3 mauvaises;
- 9 localisations limitées au côté;
- 12 localisations impossibles.

Madame LERIQUE se croyait en droit de conclure: „Pour les tumeurs des hémisphères l'électro-encéphalographie pourrait dans l'avenir remplacer la ventriculographie.“

Ces conclusions étaient trop optimistes: nous les avons modifiées en 1946, dans un travail¹⁰ portant sur les mêmes malades, travail où nous disions: „Pour le moment l'EEG ne pourra remplacer la ventriculographie que pour un nombre très limité de malades fournissant des signes cliniques et une localisation électrique très concordants.“

b) Deuxième série: Pour essayer de voir plus clair et de faire mieux, nous décidâmes de nous attaquer à un groupe plus réduit, mais plus homogène, celui des tumeurs frontales. En mars 1948, Mademoiselle J. PARAT publia un travail¹¹ portant sur 24 tumeurs des lobes frontaux observées de juillet 1946 à août 1947. Tous ces malades furent explorés avec un appareillage à six plumes, et presque toujours par la méthode bipolaire. Les résultats furent les suivants:

- 9 bonnes localisations;
- 5 localisations acceptables;
- 1 mauvaise localisation;
- 9 localisations impossibles.

La mauvaise localisation concernait un médulloblastome du lobe frontal gauche, avec engagement temporal du même côté: cet engagement avait été plus éloquent, au point de vue électrique, que la tumeur elle-même.

c) Troisième série: M. O. CARVALHO¹² s'est adressé aux tumeurs temporales. Mais, au lieu de prendre tous les cas observés à Ste-Anne de 1946 à 1948, il en a retenu 20 où la localisation anatomique de la tumeur était exactement précisée et où il y avait un examen histologique détaillé. Cela permettait de faire dans les meilleures conditions la confrontation, dont nous avons parlé plus haut, des données électriques et anatomiques.

Ces vingt tumeurs comprenaient 8 tumeurs malignes (7 glioblastomes et une métastase). 5 de ces dernières affleuraient le cortex et l'EEG montrait à ce niveau une zone de silence. Elle était entourée d'altérations delta généralisées aux deux hémisphères, mais plus denses à la périphérie de la tumeur. Dans quatre cas sur huit, on relevait aussi, à distance de la tumeur, ce rythme plus régulier, plus sinusoïdal, qui est celui des ondes transmises.

Le travail de M. CARVALHO nous a beaucoup appris: il a été fructueux comme essai de compréhension des altérations électriques en fonction des lésions anatomiques. Mais expliquer après coup les phénomènes est une chose et localiser la tumeur avant l'opération en est une autre. Voici les résultats obtenus à ce dernier point de vue:

- 6 bonnes localisations;
- 3 localisations acceptables;
- 5 mauvaises localisations;
- 6 localisations impossibles.

Cette série est particulièrement défavorable, puisqu'elle comporte un quart de mauvaises localisations: nous nous permettrons de faire remarquer qu'il s'agit d'une série artificiellement sélectionnée, sans grande signification statistique.

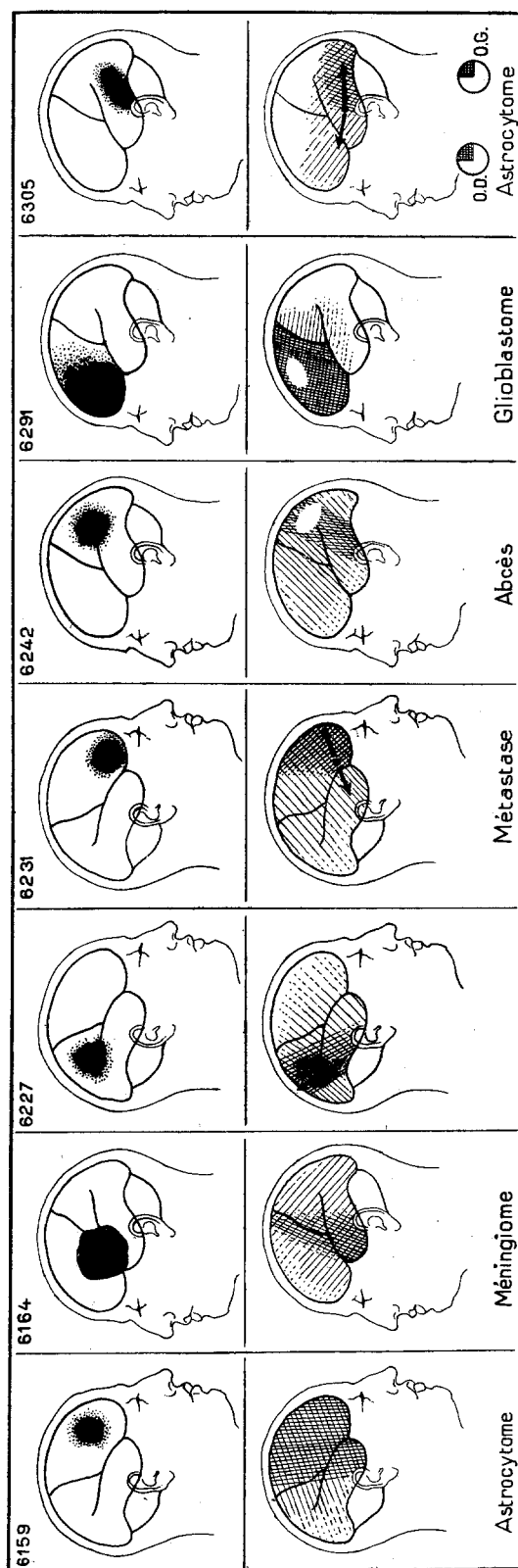


Fig. 5. Sept cas de bonne localisation. La ligne supérieure montre la localisation anatomique de la tumeur. La ligne inférieure montre la localisation par l'électro-encephalogramme pré-opératoire. Les zones de silence sont représentées par les taches blanches au milieu des zones hachurées qui représentent les ondes delta. Le maximum des ondes anormales est représenté par les zones les plus sombres. L'opposition des phases est représentée par les flèches.

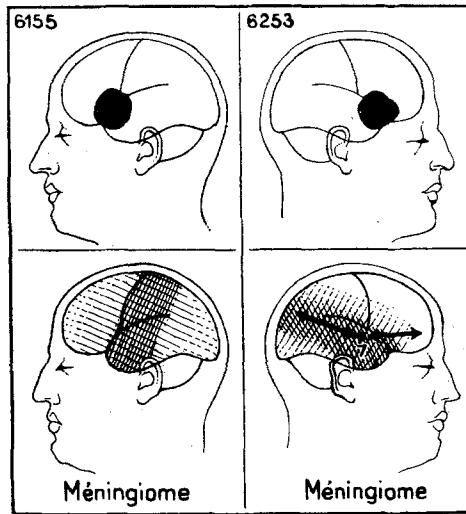


Fig. 6. Deux localisations acceptables. Voir légende de la fig. 5.

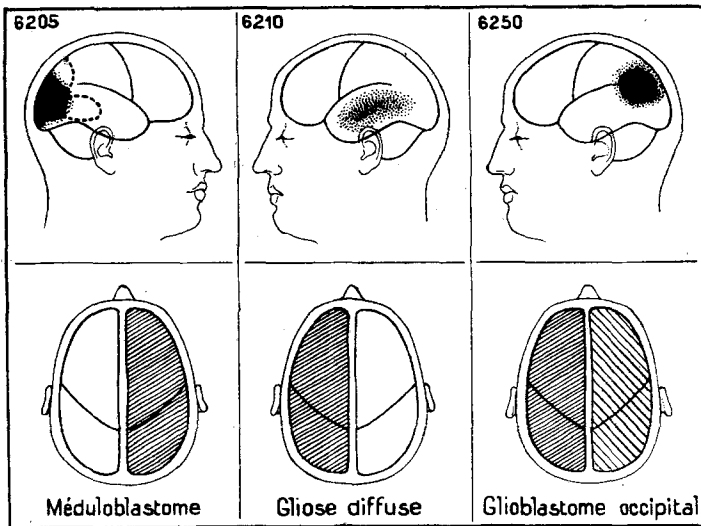


Fig. 7. Trois localisations limitées au côté. Voir légende de la fig. 5. Dans le cas 6250 le malade était comateux.

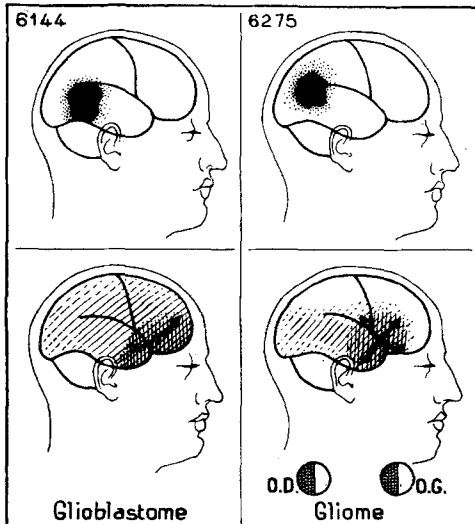


Fig. 8. Deux fausses localisations. Voir légende de la fig. 5. Dans ces deux cas, l'erreur était due à l'opposition de phase décalée loin de la tumeur.

d) *Quatrième série*: Nous arrivons maintenant à notre dernière série de malades. Ce sont des tumeurs des hémisphères étudiées entre le 1^{er} octobre 1948 et le 1^{er} février 1949.

La technique standardisée exposée plus haut a été utilisée. Elle a été appliquée par les mêmes personnes: Madame le Docteur DREYFUS-BRISAC, Mademoiselle DELCAMBRE et Madame HELMAN.

Instruits par les séries précédentes, nous avons recherché avec un soin tout particulier le silence électrique et l'opposition de phase: nous nous sommes efforcés de distinguer les rythmes locaux lésionnels et les rythmes transmis.

Voici comment se répartissent les résultats, dans cette série de 16 malades:

- 7 bonnes localisations;
- 2 localisations acceptables;
- 2 mauvaises localisations;
- 3 localisations limitées au côté;
- 2 localisations impossibles.

Les 7 localisations exactes comprenaient:

1 glioblastome, 1 abcès, 1 métastase, 2 astrocytomes, 1 méningiome, 1 tumeur d'histologie imprécisée. La fig. 5 représente leur comportement électrique qui était le suivant:

Cas 6292 (glioblastome frontal): zône de silence entourée d'un secteur delta;

Cas 6242 (abcès occipital gauche profond); zône de silence entourée d'un secteur delta;

Cas 6227, 6231, 6305 (astrocytome, métastase et tumeur imprécisée): Secteur delta superposé à la tumeur, la débordant dans tous les sens et centré par un point d'opposition de phase;

Cas 6159 et 6164 (astrocytome et méningiome): ne se traduisaient que par une activité delta localisée.

Ainsi, sur 7 bonnes localisations, 5 se fondaient sur deux signes réunis, 2 sur le seul rythme delta.

Dans les deux localisations acceptables il s'agissait de méningiomes (fig. 6). Le cas 6155 donnait un large secteur delta, le cas 6253 un secteur delta et un point d'opposition de phase.

Nous passerons rapidement sur les trois localisations limitées au côté (fig. 7) et sur les deux localisations impossibles.

Les deux mauvaises localisations (fig. 8) concernent 2 gliomes (cas 6144 et 6275). Dans les deux cas, notre localisation électrique s'avère *trop antérieure*: elle avait été basée sur un secteur delta et sur la présence d'un point d'opposition de phase. L'intervention

montra que ce dernier était antérieur à la tumeur de plus de 5 centimètres.

Nous avons donné quelques détails sur les malades de cette dernière série parce que nous croyons qu'ils ont été examinés dans les meilleures conditions que permet l'état actuel de la technique. Mais nous sommes les premiers à reconnaître qu'une série si restreinte a peu de signification et qu'il faut continuer à accumuler les documents.

Conclusions.

1. Dans un grand nombre de cas, le signe des ondes delta permet de localiser la projection de la tumeur sur le crâne. Ce premier signe est renforcé et précisé si l'on découvre un point d'opposition de phase ou une zone de silence électrique.

2. Il reste quand même un petit nombre d'observations où ces signes mènent à une certaine distance de la tumeur.

3. Le perfectionnement des techniques d'enregistrement et l'entraînement dans la lecture des tracés diminue le nombre de ces cas et réduit les écarts tumeur-localisation électrique. Il reste cependant des observations où l'erreur de localisation ne peut s'expliquer par une erreur de technique.

4. Ces erreurs de localisation semblent obéir à certaines règles:

On ne se trompe pratiquement pas sur l'hémisphère où se trouve la tumeur.

On se trompe d'habitude en plaçant la tumeur trop en avant. Tout se passe comme si elle altérait les régions antérieures du cerveau plus que les régions postérieures. Nous retrouvons ainsi pour les tumeurs une des lois générales de l'électro-encéphalographie, bien connue en matière d'épilepsie et de traumatisme cérébral: *les lobes frontaux „s'allument“ plus facilement que les lobes occipitaux*. Et tout laisse à penser que cette facilitation des aires antérieures tient à des connexions plus serrées avec des mécanismes siégeant à la base.

5. Arrivera-t-on dans l'avenir à éliminer ces erreurs qui risquent de discréditer l'électro-encéphalographie dans le domaine de la localisation des tumeurs cérébrales? On ne peut que réserver la réponse, en espérant que, dans les années qui viennent, la collaboration confiante des neuro-chirurgiens et des électro-encéphalographistes, la pratique de la corticographie et de l'artériographie, permettront de mieux en mieux à comprendre le déterminisme des divers signes électriques de localisation.

6. Nous pensons en tout cas que le perfectionnement de la localisation électrique des tumeurs cérébrales est éminemment désirable,

car, des méthodes employées à l'heure actuelle pour venir en aide à la clinique, c'est la seule qui ne fasse courir aucun risque au malade.

Deutsche Zusammenfassung.

Die Arbeit besteht aus 3 Teilen. Im ersten Teil werden die allgemeinen Veränderungen der elektrischen Hirntätigkeit bei Hirntumoren und ihre Anwendung für die Lokalisation besprochen. Im zweiten Teil werden die Technik und die einzelnen Lokalisationszeichen beschrieben: Deltarhythmus, elektrische Ruhe und Phasenumkehr. Es ist von Bedeutung, lokale Rhythmen von den fortgeleiteten Rhythmen zu unterscheiden, da die letzteren eine wichtige Fehlerquelle darstellen.

Folgende Punkte der Arbeit sind kurz zusammenzufassen:

1. In der Mehrzahl der Fälle ist die Projektion des Tumors auf die Schädeloberfläche durch *Deltawellen* zu erkennen. Dieses erste Zeichen wird in seiner Bedeutung verstärkt und präzisiert, wenn man noch einen Punkt der Phasenumkehr oder elektrischen Ruhe feststellen kann.

2. In einer Minderzahl der Fälle führen die angeführten Zeichen im EEG dennoch zu einer ungenauen Lokalisation in einiger Entfernung vom Tumor.

3. Verbesserung der Registriertechnik und Übung in der Auswertung der Kurven vermindert die Zahl der Fälle, bei denen Widersprüche zwischen Tumorage und elektrischer Lokalisation auftreten. Dennoch bleiben gewisse Fälle, in denen ein Lokalisationsfehler nicht durch einen technischen Fehler erklärbar ist.

4. Bei diesen *Lokalisationsfehlern* gibt es gewisse Regeln: Eine falsche Seitenangabe der Tumorhemisphäre kommt praktisch nicht vor. Im allgemeinen ist die falsche Lokalisation zu weit nach vorne verschoben. Dies liegt daran, daß die vorderen Hirnregionen leichter Veränderungen zeigen als die hinteren, eine Gesetzmäßigkeit des EEG, die auch für die Epilepsie und die Hirntraumen gilt: *In den Frontallappen wird die Deltaaktivität leichter ausgelöst als in den Occipitallappen.* Dies ist wahrscheinlich auf engere Verbindungen der vorderen Hirnregionen mit basal gelegenen Hirnzentren zurückzuführen.

5. Auf die Frage, ob diese Lokalisationsfehler, die das EEG bei der Tumorlokalisation diskreditieren können, in der Zukunft vermeidbar sind, kann nur mit Reserve geantwortet werden. Doch besteht die Hoffnung, daß durch engere Zusammenarbeit zwischen Neurochirurg und Elektroencephalograph, durch Vergleich mit direkter Ableitung von der Hirnrinde und Arteriographie die verschiedenen Lokalisationszeichen allmählich besser verstanden werden.

6. Die Verfasser glauben, daß die weitere Verbesserung der elektrischen Tumorlokalisation von größter Bedeutung ist, weil sie heutzutage die einzige technisch-lokalisatorische Hilfsmethode für die Klinik darstellt, die ohne Gefahr für den Kranken angewandt werden kann.

Literatur.

¹ WALTER, W. G.: *Lancet* **1936 II**, 305. — ² GLASER, M. A., H. SJAARDEMA and M. WOELFEL: *J. Neurophysiol.* **9**, 63 (1946). — ³ SARKISSOV, S. A., and A. S. PENTZIK: *Med. exp.* **3**, 239 (1937). — ⁴ FOERSTER, O., u. H. ALTENBURGER: *Z. Nervenhk.* **139**, 277 (1935). — ⁵ SCARF, J. E., and W. RAHM: *J. Neurophysiol.* **5**, 418 (1941). — ⁶ WALTER, W. G., and V. J. WALTER: *Lancet* **1946 I**. — ⁷ BAUDOUIN, A., H. FISCHGOLD et C. BRISAC: *Par. méd.* **1947**, No 48, 573. — ⁸ WALTER, W. G.: *Proc. roy. Soc., Lond.* **41**, 237 (1948). — ⁹ LERIQUE-KOECHLIN, A.: *L'électroencéphalogramme des tumeurs cérébrales*. Thèse de Paris 1945. — ¹⁰ BAUDOUIN, A., P. PUECH, H. FISCHGOLD et A. LERIQUE-KOECHLIN: *Sem. Hôp. Par.* **1946**, 1226. — ¹¹ PARAT, J.: *Rev. Neur. (Fr.)* **80**, 627 (1948). — ¹² CARVALHO, O.: *Rev. Neur. (Fr.)* **80**, 645 (1948).

Dr. H. FISCHGOLD, Paris 7^{me}, 1 rue las Cases.