

UNIVERSITE MOHAMMED V
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE -RABAT-

ANNEE: 2010

THESE N°: 218

APPORT DE LA CHIRURGIE STÉRÉOTAXIQUE
DANS LE DIAGNOSTIC ET LE TRAITEMENT
DES PROCESSUS INTRACRÂNIENS

EXPÉRIENCE DU SERVICE DE NEUROCHIRURGIE DE L'HMIMV
(A PROPOS DE 142 CAS)

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :.....

PAR

Mr. Ismaïl NAKKABI

Né le 26 Août 1984 à Fès

De L'Ecole Royale du Service de Santé Militaire - Rabat

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES: Chirurgie stéréotaxique – Processus intracrânien – Diagnostic – Traitement.

JURY

Mr. M. BOUCETTA

Professeur de Neurochirurgie

PRESIDENT

Mr. B. EL MOSTARCHID

Professeur de Neurochirurgie

RAPPORTEUR

Mr. M. GAZZAZ

Professeur de Neurochirurgie

Mr. A. AL BOUZIDI

Professeur d'Anatomie Pathologique

JUGES

Mr. H. SIFAT

Professeur Agrégé de Radiothérapie



" اقرأ باسم ربك الذي خلق، خلق
الإنسان من علق، اقرأ وربك الأكرم،
الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم
يعلم "

صدق الله العظيم





Je dédie cette thèse ...

A

FEU SA MAJESTE LE ROI

HASSAN II



Que Dieu ait
son âme dans
son Saint
Paradis

A

SA MAJESTE LE ROI

MOHAMED VI



Chef suprême et chef
d'état majore générale
des forces armées
royales.

Que dieu le glorifie
et préserve son
royaume.

A

SON ALTESSE ROYALE LE PRINCE HERITIER

MOULAY EL HASSAN



Que dieu le
garde

A
Toute la
famille
Royale



A

Monsieur le Médecin Général de
Brigade **Ahmed ABROUQ**

Professeur d'oto-rhino-laryngologie.

Inspecteur du Service de Santé des Forces Armées
Royales.

En témoignage de notre
grand respect et notre
profonde considération.

A Monsieur le Médecin Colonel Major
Mohamed ATMANI

Professeur d'anesthésie réanimation.

Directeur de l'E.R.S.S.M et de L'E.R.M.I.M.

En témoignage de note
grand respect et notre
profonde considération.



A Monsieur le Médecin Colonel Major
Mohammed Hachim

Professeur de médecine interne.

Directeur de l'HMIMV –Rabat.

En témoignage de note
grand respect et notre
profonde considération.

A

**Tous mes
professeurs
et maîtres
qui m'ont
imbibé de
leur Savoir**

A

Mes très chers
parents qui ont
toujours été là
pour moi, et
qui m'ont donné
un magnifique
modèle de
labeur et de
persévérance

À ma très chère grande mère Aicha

À mes chères sœurs Fatiha et Asmae et à
mon cher frère Youssef

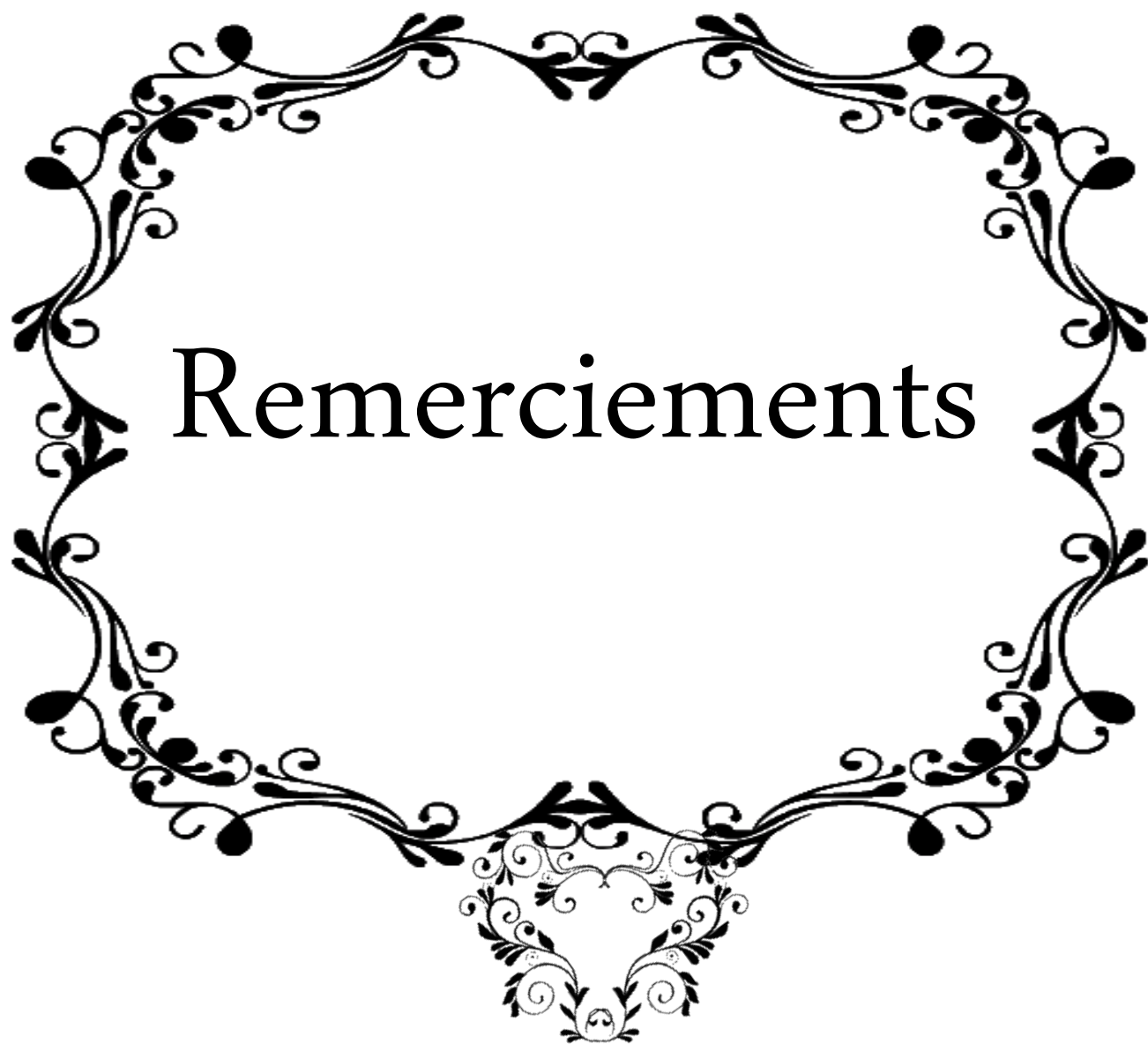
À ma chère nièce dina et mon cher neveu Souhayl

À mon beaux frère Abderrafia

À mes tantes et à mes oncles

À membre de la famille

À TOUS MES COLLEGUES ET AMIS



Remerciements

A notre Maître, Président de thèse

**Monsieur le Professeur Mohamed BOUCETTA,
Professeur de neurochirurgie
chef du service de neurochirurgie de l'HMIMV**



Vous nous avez
accordé un grand
honneur en nous
confiant la
réalisation de ce travail au
sein de votre service et en
acceptant de présider le jury de
notre thèse.

Qu'il me soit permis de vous
témoigner toute ma gratitude et
mon profond respect.

Je vous prie de trouver ici,
le témoignage de ma
reconnaissance éternelle, de mon
profond respect et ma haute
considération.

Puisse Dieu le tout puissant
vous accorder bonne santé,
prospérité et bonheur.

A notre Maître, rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Brahim EL MOSTARCHID
Professeur de neurochirurgie



Vous nous avez honorés en acceptant, sans réserve, de diriger cette thèse. Vous vous y êtes grandement impliqué par vos directives, vos remarques et suggestions, mais aussi par vos encouragements dans les moments clés de son élaboration.

Veillez trouver ici, l'expression de ma gratitude, ma profonde reconnaissance, mon admiration et ma grande considération.

Puisse Dieu le tout puissant vous accorder bonne santé, prospérité et bonheur.

A notre Maître, juge de thèse

**Monsieur le Professeur Abderrahmane AL BOUZIDI,
Professeur d'anatomie pathologique
Chef du service d'anatomie pathologique de l'HMIMV**



Vous nous avez honoré d'accepter avec grande sympathie de siéger parmi notre jury de thèse. Vous nous avez éclairé par vos conseils, et facilité la réalisation de ce modeste travail.

Veillez trouver ici l'expression de notre estime et notre considération.

Puisse Dieu le tout puissant vous accorder bonne santé, prospérité et bonheur

A notre Maître, juge de thèse

**Monsieur le Professeur Miloudi GAZZAZ,
Professeur de neurochirurgie**



Je vous remercie du grand honneur que vous nous fait en acceptant de juger ce travail.

Veillez trouver ici, l'expression de ma gratitude, ma profonde reconnaissance, mon admiration et ma grande considération.

Puisse Dieu le tout puissant vous accorder bonne santé, prospérité et bonheur.

A notre Maître, juge de thèse

**Monsieur le Professeur Hassan SIFAT,
Professeur agrégé de radiothérapie**



Je vous remercie du grand honneur que vous nous fait en acceptant de juger ce travail.

Veillez trouver ici, l'expression de ma gratitude, ma profonde reconnaissance, mon admiration et ma grande considération.

Puisse Dieu le tout puissant vous accorder bonne santé, prospérité et bonheur.

A tous les médecins qui m'ont assisté pour la réalisation de ce travail



Dr. Abad CHERIF EL ASRI, médecin résident en neurochirurgie.

Vous nous avez marqué par votre disponibilité et votre sens d'analyse. Vos conseils précieux et vos remarques pertinentes ont mené à bien ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments de reconnaissance et de respect.

Dr. Adil DOUDHAL médecin résident en anatomie pathologique.

Dr. Nawal HARFIFI médecin résidente en anatomie pathologique.

Nous vous sommes reconnaissant pour les efforts que vous avez déployés pour la réalisation de ce travail en nous fournissant une iconographie anatomo-pathologique remarquable.

Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments de considération et de respect.

TOUS LES MEDECINS DU SERVICE DE NEUROCHIRURGIE DE L

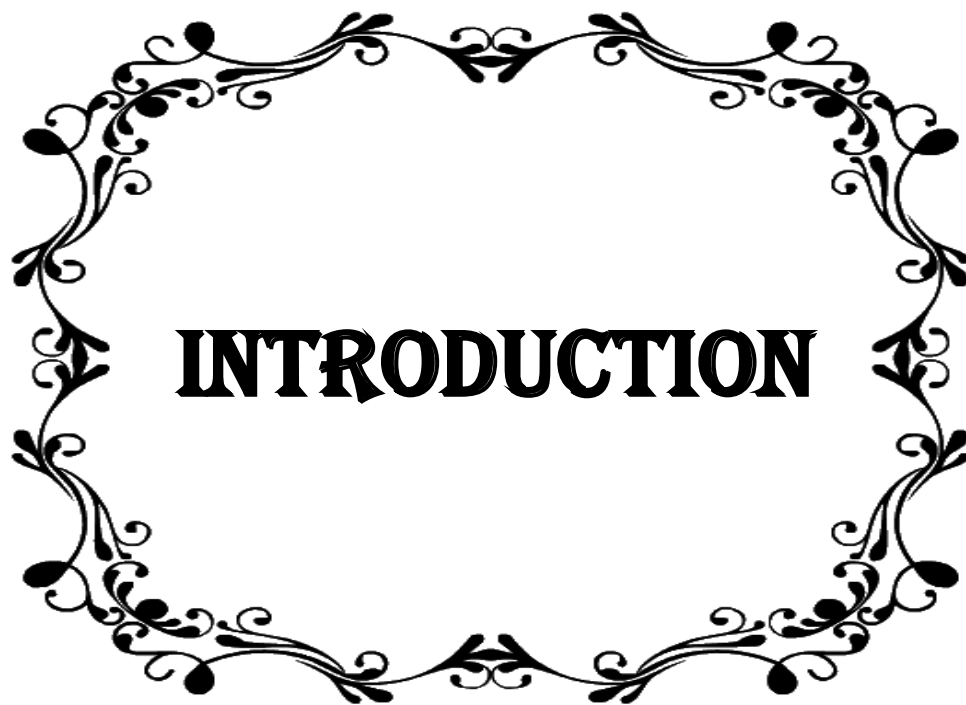
PLAN

INTRODUCTION	1
INTRODUCTION :	2
HISTORIQUE.....	3
EVOLUTION DES CONCEPTS	4
Au Maroc :	12
1. Service de neurochirurgie de l'hôpital Avicenne de Rabat :	12
2. Service de neurochirurgie de l'hôpital de spécialités de Rabat :	12
3. Service de neurochirurgie de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat :	12
4. Service de neurochirurgie de l'hôpital Ibn Rochd de Casablanca :	13
Partie Théorique.....	14
Rappel anatomique	15
I. ETUDE HISTOLOGIQUE DE L'ENCEPHALE :	15
1. Les astrocytes	16
2. les oligodendrocytes.....	16
3. Les cellules microgliales.....	16
4. Les cellules épendymaires	16
II. anatomie topographique de l'encéphale :	18
1. Le cerveau :	19
2. Tronc cérébral :	19
3. Cervelet :	19
4. Le système ventriculaire :	21
III. ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ENCEPHALE :	22
1. Les aires fonctionnelles :	22
2. LA SOMATOTOPIE :	23
IV. VASCULARISATION DE L'ENCEPHALE :	24
1. VASCULARISATION ARTERIELLE :	24
2. Drainage veineux de l'encéphale :	27
LES PROCESSUS INTRACRANIENS :	29
I. Diagnostic POSITIF d'un processus intracrânien :	29
1. Signes d'appel :	29
2. L'examen clinique : recherchera :	30
3. Examens paracliniques :	30

II.	Classification des tumeurs intracrâniennes :	32
1.	Classification suivant la topographie.....	33
2.	Classification suivant l'histologie.....	35
III.	LIMITES DE L'IMAGERIE CEREBRALE ET NECESSITE D'UNE BIOPSIE DES TUMEURS INTRACRANIENNES :	37
1.	TECHNIQUES D'IMAGERIE MORPHOLOGIQUES :	37
2.	TECHNIQUES D'IMAGERIE MULTIMODALES :	42
IV.	ETUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE DES PROCESSUS INTRACRANIENS :	50
1.	Le but de l'examen histopathologique.....	50
2.	Le conditionnement du prélèvement :.....	51
3.	RESULTATS ANATOMO-PATHOLOGIQUES :	52
V.	processus intracrâniens DE NATURE NON TUMORALE :	65
1.	tuberculome	65
2.	abcès cérébral	65
3.	hématome	65
4.	forme pseudo-tumorale d'une pathologie inflammatoire :	65
5.	malformation artérioveineuse	65
6.	kyste hydatique	65
	LA STEREOTAXIE	66
I.	PRINCIPES DE BASE DE LA STEREOTAXIE :	66
1.	DEFINITION DE LA CIBLE :	66
2.	ATTEINTE DE LA CIBLE :	67
II.	MATERIEL DE BIOPSIE STEREOTAXIQUE :	70
1.	APPAREILS STEREOTAXIQUES :	70
2.	CADRES STEREOTAXIQUES :	71
3.	OUTILS STEREOTAXIQUES :	75
III.	DEROULEMENT D'UNE BIOPSIE STEREOTAXIQUE :	76
1.	Fixation du cadre stéréotaxique :	76
2.	Prise du cliché TDM ou IRM : cadre en place :	76
3.	Calcul des coordonnées :	77
4.	Trépanation :	77
5.	Introduction de l'outil :	78
6.	Prélèvement :	78
7.	Retrait de l'outil et du cadre stéréotaxique :	79

IV.	Différents champs d'application de la stéréotaxie :.....	80
1.	La biopsie stéréotaxique tumorale.....	80
2.	La stéréotaxie fonctionnelle :.....	81
3.	Chirurgie de l'épilepsie :.....	82
4.	Irradiation interstitielle :	82
5.	Hyperthermie focale :.....	83
6.	Photochimiothérapie :.....	84
7.	La radiochirurgie stéréotaxique :	84
	Partie PRATIQUE.....	85
	Matériel et méthode :	86
I.	DEROULEMENT DE LA PROCEDURE :.....	87
1.	Avant la procédure :	87
2.	Pendant la procédure :.....	88
3.	APRES LA PROCEDURE :.....	98
II.	METHODE D'EXPLOITATION :.....	99
	RESULTATS.....	100
I.	A- FREQUENCE :.....	101
II.	AGE :.....	101
III.	SEXE :.....	102
IV.	ANTECEDENTS :	102
V.	DELAI DIAGNOSTIC :	103
VI.	TABLEAU CLINIQUE :.....	103
VII.	DONNEES DE L'IMAGERIE :.....	104
1.	Nombre de lésions :.....	104
2.	Le siège des lésions :.....	105
3.	Aspect à l'imagerie :	106
VIII.	ANATOMIE PATHOLOGIQUE :.....	106
IX.	MORTALITE ET MORBIDITE :.....	109
	ILLUSTRATIONS.....	110
	DISCUSSION.....	131
I.	Fréquence :.....	131
II.	AGE ET SEXE :.....	134
III.	ANTECEDENTS :	134
IV.	MOYENS D'IMAGERIE UTILISES :	135

1. A visée diagnostique :.....	135
2. Pour repérage :.....	135
V. Résultats anatomo-pathologiques :	143
VI. FIABILITE DE LA TECHNIQUE :.....	148
1. Fiabilité :.....	148
2. Facteurs de fiabilité :.....	152
VII. Innocuité du geste :.....	155
1. La mortalité :	155
2. La morbidité :	155
3. Facteurs morbidité:	155
Conclusion	164
conclusion.....	165
ANNEXES.....	170
Annexe n° 1 : liste des abréviations	171
Annexe n°2 : classification de l’OMS des tumeurs DU SNC.....	173
Bibliographie.....	181
4- PICARD C. ; OLIVIER A. ; BERTRAND G. : The first human stereotaxic apparatus: the contribution of Aubrey Mussen to the field of stereotaxis	182
1. 16- Alexandra Benouaich-Amiel : La tomographie par émission de positons dans l’évaluation des gliomes : place actuelle et impact des nouveaux traceurs neurologie.com - 2008	183
Résumés	166
Serment D’hypocrarte	Erreur ! Signet non défini.



INTRODUCTION



INTRODUCTION :

Le terme de stéréotaxie signifie « ordonnancement dans l'espace ». Il s'agit de repérer un point ou cible dans le cerveau et d'y amener avec précision et innocuité un instrument de biopsie.

La stéréotaxie trouve un champ d'application exemplaire dans l'approche des tumeurs cérébrales et, d'une manière générale, dans l'approche morphologique et fonctionnelle des structures de l'encéphale.

En effet, l'examen radiologique ne fournit qu'un diagnostic de lésion et une analyse des densités tissulaires qui ne permet pas d'affirmer de façon certaine la nature d'un processus intracérébral. La biopsie stéréotaxique permet de lever les doutes ou de redresser certaines erreurs, afin d'optimiser la conduite à tenir thérapeutique.

Nous nous proposons de faire une étude analytique de 142 observations colligées dans le service de neurochirurgie de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat, et qui ont tous bénéficié d'une chirurgie en condition stéréotaxique. L'étude s'étalant sur une période de 11 ans de pratique de cette technique depuis la création du service en septembre 1999 jusqu'au 31 septembre 2010.



EVOLUTION DES CONCEPTS

La première publication concernant la stéréotaxie a été dans un article paru en Novembre 1897, dans «l'illustration» (revue scientifique de l'époque) montrant une procédure stéréotaxique qui était réalisée dans un laboratoire de la faculté de médecine de Paris, où l'inventeur avait mis au point un système se fixant par des points sur le crâne du patient porteur d'un projectile intracrânien. Le but était la localisation radiologique de corps étrangers intracérébraux. [1]

Ce système comportait déjà une modalité de radiologie topographique orientée dans l'espace, consistant en deux tubes de Crooks et deux supports de films montés orthogonalement.

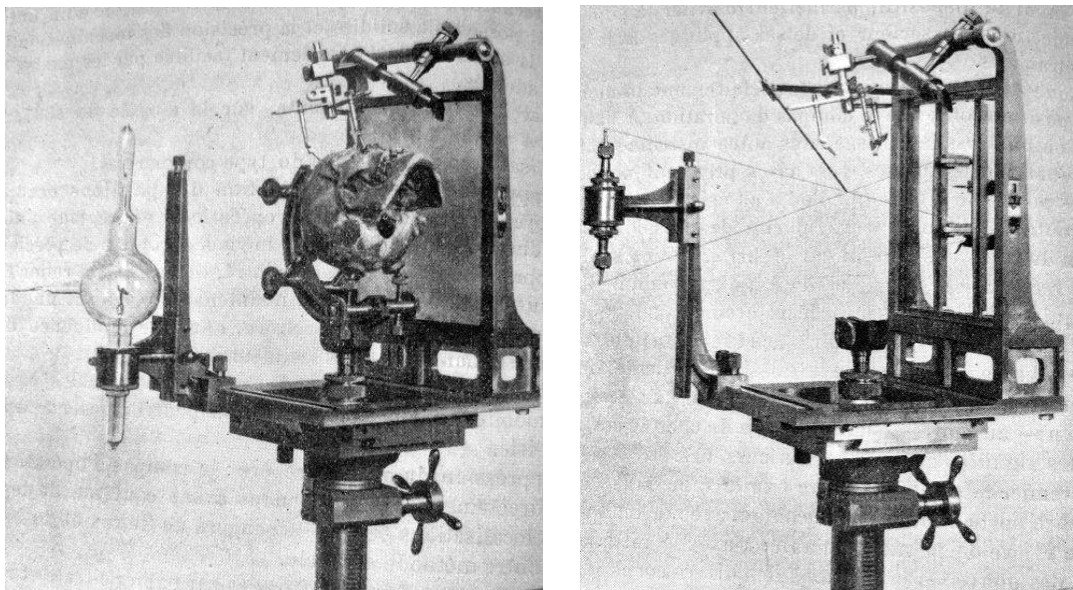


Figure n° 1 : Appareil de M.Contremoulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête [1]

Cette découverte témoigne que le souci de se repérer dans le cerveau s'est toujours manifesté, chaque fois qu'on a eu l'intention d'y exécuter un geste. Dans cette même perspective de localisation des structures intracrâniennes s'est inscrit l'encéphalomètre de ZERNOV (1889), utilisé en chirurgie par ALTUKHOV (1891) deux ans plus tard, mais sans introduire dans la démarche une méthodologie précise de repérage des zones cérébrales. On cite plus classiquement, à l'origine de la stéréotaxie, la publication en 1908 de HORSLEY, neurophysiologiste et neurochirurgien, et CLARKE, mathématicien, probablement parce qu'elle a rassemblé, dans une revue scientifique connue et lue de leurs pairs, la description de l'appareil, un atlas stéréotaxique du cerveau de singe, la méthode de lésion électrolytique par courant continu et les résultats physiologiques observés après lésions du cerveau du singe.[3]

CLARKE avait suggéré à HORSLEY de breveter cette méthode et d'en étudier l'adaptation à la neurochirurgie, ce que HORSLEY ne fit pas, et le couple multidisciplinaire se brisa plus tard sans avoir développé plus avant la méthode.

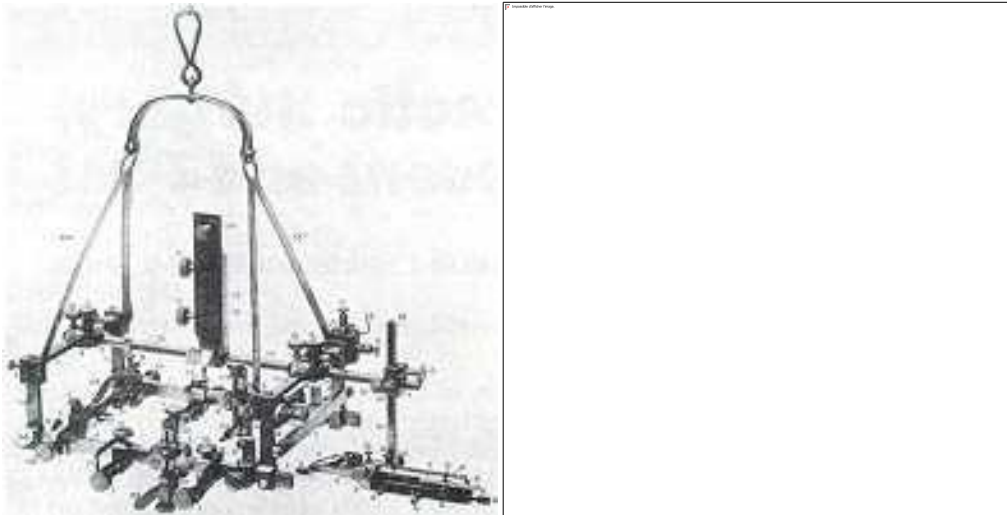


Figure n° 2 : Le 1^{er} système de stéréotaxie inventé par HORSLEY-CLARKE en 1908. [3]

Dix ans plus tard, MUSSEN, ingénieur qui avait travaillé sur ce cadre, en réalisa une version destinée à l'homme mais n'arriva pas à intéresser les neurochirurgiens et le rangea dans son grenier, enveloppé dans un journal dont la manchette a servi à dater cette invention. [4]

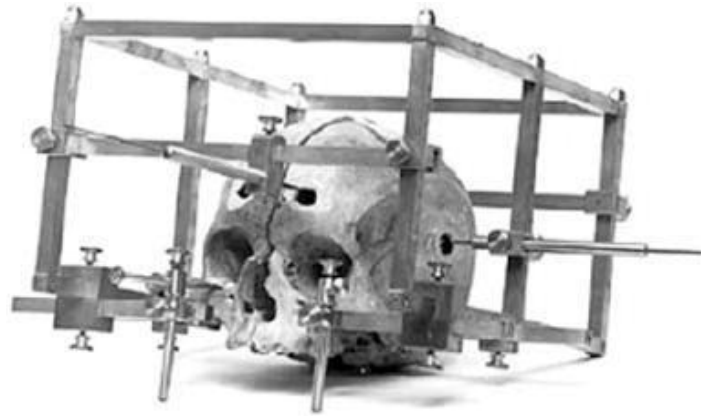


Figure n° 3 : adaptation du cadre de HORSLEY ET CLARK par MUSSEN [4]

En 1933, KIRSCHNER a développé une procédure stéréotaxique pour l'électrocoagulation du ganglion de gasser. La visualisation de points de référence intra-cérébraux est devenue possible après le développement de la ventriculographie à contraste positif. [5]

Ce n'est véritablement qu'en 1947 que SPIEGEL et WYCIS réalisèrent la première intervention stéréotaxique chez l'homme, ils ont utilisé le premier appareil qui a été fixé à la tête du patient par des fixations rigides. [5]



Figure n° 4 : cadre de SPIEGEL et WYCIS utilisé chez l'homme. [5]

Ces auteurs ont par la suite utilisé la technique stéréotaxique pour produire des lésions dans le trajet de la voie nociceptive afin de soulager les douleurs chroniques et de pallier aux mouvements anormaux, ils ont également développé un atlas stéréotaxique basé sur les limites intracrâniennes définies par ventriculographie.

Dès lors, l'évolution des cadres stéréotaxiques n'eut de cesse, au gré des fluctuations de la mode qui a accéléré les développements et les adaptations à de nouvelles indications. Deux grandes catégories de cadres se distinguèrent, chacune privilégiant un mode d'approche de la cible.

Les cadres à goniomètre, plaçant par construction la cible au centre préétabli d'un arc, ont pour tête de file celui de LEKSELL, suivi par ceux de RIECHERT et MUNDINGER, de TODD et WELLS (BRW), puis COSMAN ROBERT WELLS(CRW), enfin ceux d'OLIVIER et BERTRAND, et de HITCHCOK.



Système de LEKSELL



Système de REICHERT



Système de TODDWELLS

Figure n° 5 : cadres stéréotaxiques à goniomètre

Les cadres orthogonaux, permettant une approche latérale en frontales à travers des grilles, ont pour exemple le cadre de TALAIRACH, dont la méthodologie s'associe aussi à l'élaboration d'un atlas stéréotaxique qui donne la position des structures subcorticales par rapport aux commissures antérieure et postérieure du 3^{ème} ventricule.

TALAIRACH a décrit un appareil stéréotaxique humain en 1949, il a développé par la suite des méthodes pour l'exploration fonctionnelle de l'épilepsie en utilisant des électrodes stéréotaxiques profondes implantée en permanence, il a également décrit l'irradiation interstitielle stéréotaxique des tumeurs cérébrales en utilisant de l'or radio actif et a introduit le concept de la téléradiographie [6].



Figure n° 6 : cadre de TALAIRACH, 1949. [7]

En 1949, LEKSELL a développé un cadre stéréotaxique qui a eu de nombreuses applications [8], il a également développé les concepts de radiochirurgie stéréotaxique et a décrit l'installation stéréotaxique d'isotopes radioactifs dans les tumeurs kystiques du cerveau en 1953.

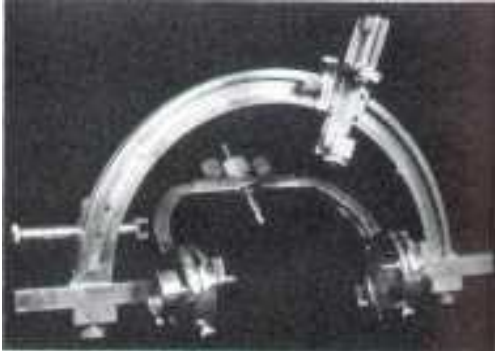


Figure n° 7 : cadre LEKSELL publié en 1949

L'absence de traitement médical de la maladie de Parkinson, et à fortiori du tremblement essentiel, ne laissa pas d'alternative au traitement chirurgical, essentiellement destructif (par la coagulation, la thermolésion, l'injection d'alcool ou l'insertion d'isotopes), malgré les récives et les complications, notamment déficitaires sensitivo motrices mais aussi neuropsychologiques quand les lésions étaient bilatérales. Cette indication, quelles que soient les cibles utilisées, essentiellement pallidales puis thalamiques, resta la principale utilisation de la stéréotaxie jusqu'à l'avènement de la Lévodopa au début des années 1970.

Pourtant, vers les années 80, plusieurs neurologues furent prêts à considérer à nouveau l'approche neurochirurgicale comme complément à la thérapeutique médicale tout en étant minutieusement analysée, tant sur le plan anatomique que sur le plan clinique et physiologique, en s'aidant des données préopératoires (macro stimulation, micro stimulation, micro-enregistrement).

Au début des années 80, les moyens modernes d'imagerie assistée par ordinateur, la TDM et l'IRM ont introduit la visualisation anatomique en coupes, ce qui a rendu accessible la troisième dimension axiale, et la résolution en densité tissulaire, permettant ainsi la visualisation des organes et des structures cérébrales.

La numérisation des données et leur représentation tridimensionnelle a fait entrer la stéréotaxie dans l'ère informatique, dont les conséquences ne font que s'esquisser et qui comprennent déjà les deux avancées fondamentales que sont les atlas numériques et la neurochirurgie guidée par l'image.

Actuellement 3 axes sont en plein développement : le guidage par l'image à l'aide de pointeurs et les microscopes robotisés qui s'adressent plutôt à la neurochirurgie dite conventionnelle, et les robots stéréotaxiques (Neuromate d'ISS) spécifiquement dédiés à la neurochirurgie stéréotaxique et à ses impératifs spécifiques, notamment de précision. Le couplage avec les réseaux d'images et les banques de données, l'introduction de connaissance dans les logiciels de guidage des robots ou de cadres motorisés seront demain les facteurs d'une efficacité accrue de ces systèmes et permettront à la stéréotaxie d'atteindre avec rigueur les objectifs qui lui seront désignés [9].



**Talairach
1949**



**Narabayashi
1950**



**Reichert
1951**



**Rand and Wells
1953**



**Austin and Lee
1956**



**Rand-Urban
1956**



**Bertrand
1958**



**Nashold
1969**



**Heimberger
1972**



**Malcolm and Rand
1988**

Figure n° 8 : différents cadres avec leurs années d'invention. [7]

AU MAROC :

Service de neurochirurgie de l'hôpital Avicenne de Rabat :

Dans notre royaume, les premières biopsies et ventriculocisternostomies en conditions stéréotaxiques ont été réalisées au sein de ce service en 1982. Le cadre utilisé était de type REICHERT avec des moyens de repérage tels que la ventriculographie et l'angiographie. A partir de 1995 le cadre utilisé était de type KOMAI. ?

Service de neurochirurgie de l'hôpital de spécialités de Rabat :

La première intervention stéréotaxique au sein de ce service remonte à 1983, utilisant le cadre de REICHERT avec comme moyen de repérage, les radiographies standards et la ventriculographie gazeuse ou au métrizamide. En 1993, après acquisition du cadre de LEKSELL adaptable au scanner la technique stéréotaxique s'est bien développée avec des résultats très satisfaisants. En 1996, l'acquisition de l'adaptateur IRM du cadre de LEKSELL a permis la réalisation de biopsies stéréotaxiques en condition IRM.

Service de neurochirurgie de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de

Rabat :

En 1999 et après inauguration de l'HMIMV par feu sa majesté le roi Hassan II, la chirurgie stéréotaxique est rentrée d'emblée en pratique courante au sein de ce service utilisant le cadre LEKSELL, avec comme moyen de repérage la tomodensitométrie.

Service de neurochirurgie de l'hôpital Ibn Rochd de Casablanca :

A l'hôpital universitaire Ibn Rochd de Casablanca, la biopsie stéréotaxique a pu être introduite au service de neurochirurgie en 2002. Utilisant un cadre stéréotaxique type RADIONOICS dépendant du scanner.



**PARTIE
THEORIQUE**



RAPPEL ANATOMIQUE

L'étude des processus intracrâniens implique une bonne connaissance de l'anatomie topographique et de l'histologie de l'encéphale et ce pour une meilleure compréhension des classifications que nous allons détailler par la suite.

D'autre part lors la réalisation d'un geste en condition stéréotaxique, il est impératif d'éviter les structures vasculaires et les zones hautement fonctionnelles.

Ces différentes notions seront brièvement rappelées dans ce chapitre.

I. ETUDE HISTOLOGIQUE DE L'ENCEPHALE :

L'encéphale est constitué d'une substance grise et une substance blanche. La substance grise contient les corps cellulaires des neurones et leurs neurites, tandis que la substance blanche comporte uniquement des faisceaux de fibres nerveuses.

Le neurone est l'unité fonctionnelle du système nerveux. Il comprend un corps cellulaire, le péricaryon, et des prolongements, par lesquels ils communiquent. Il en existe deux types, les dendrites, multiples et afférentes, et l'axone, unique et efférent.

Une névroglie, à la fonction multiple, s'ajoute aux composants cellulaires d'origine nerveuse. De nombreux vaisseaux contribuent également à l'histologie du SNC.

La névroglie entretient des relations fonctionnelles étroites et essentielles avec les neurones, leur assurant un support mécanique et métabolique. Ces cellules constituent presque la moitié de la masse totale du système nerveux central, qui contient donc peu de matériel extracellulaire.

On distingue principalement quatre types de cellules gliales (figure) :

1. Les astrocytes

Les astrocytes doivent leur nom à leur forme en étoile, constituent les cellules gliales les plus nombreuses de la substance grise.

les oligodendrocytes

Ces cellules sont à l'origine des gaines de myéline (une seule de ces cellules peut être responsable de la myélinisation de plus de cinquante neurones). Ce sont les cellules névrogliales les plus nombreuses de la substance blanche. On les trouve étroitement groupées autour des corps cellulaires des neurones dans la substance grise.

Les cellules microgliales

Ce sont de petites cellules, relativement peu nombreuses, d'origine mésenchymateuse, immigrées dans le système nerveux central à un stade tardif du développement foetal. Lors de lésions tissulaires, elles se transforment en volumineuses cellules phagocytaires amiboïdes et elles sont ainsi considérées comme faisant partie du système réticulo-endothélial.

Les cellules épendymaires

Elles forment un épithélium simple, cubique. A leur pôle apical, des cils, en nombre variable, jouent un rôle dans la propulsion du liquide céphalorachidien à l'intérieur des ventricules. Dans l'encéphale, elles entrent dans la constitution des plexus choroïdes, localisés dans les 4 ventricules cérébraux. Présentant une structure histologique de type vasculaire, les plexus choroïdes sont responsables de l'élaboration du liquide céphalorachidien. Chaque plexus est constitué de réseaux capillaires faisant saillie dans le ventricule.

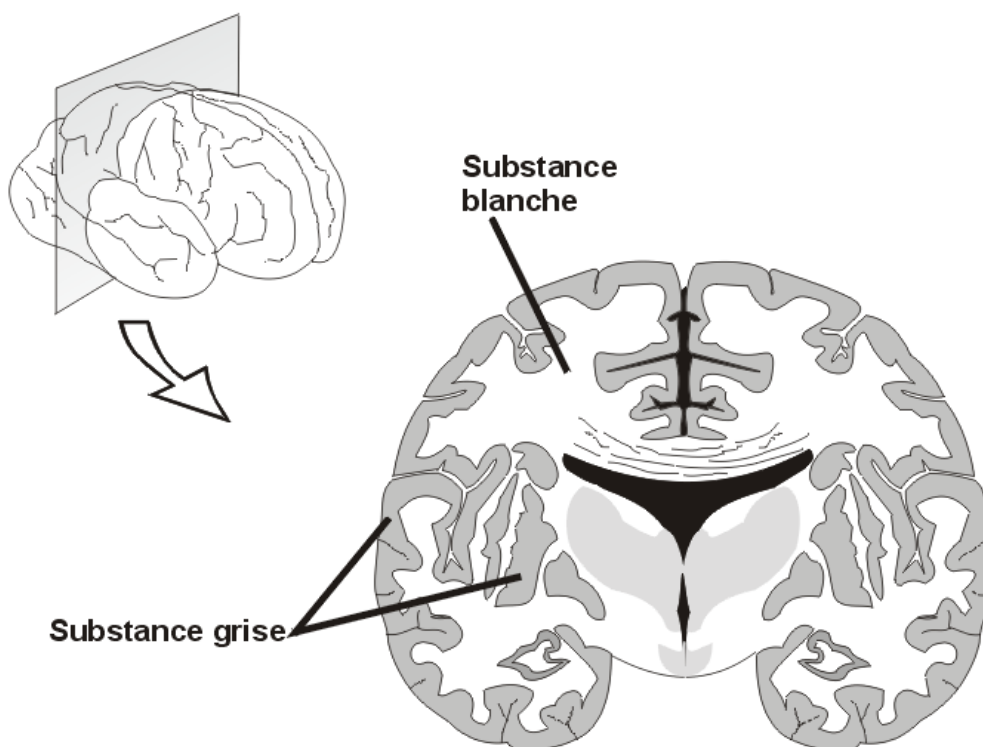


Figure n° 9 : coupe sagittale du cerveau [10]

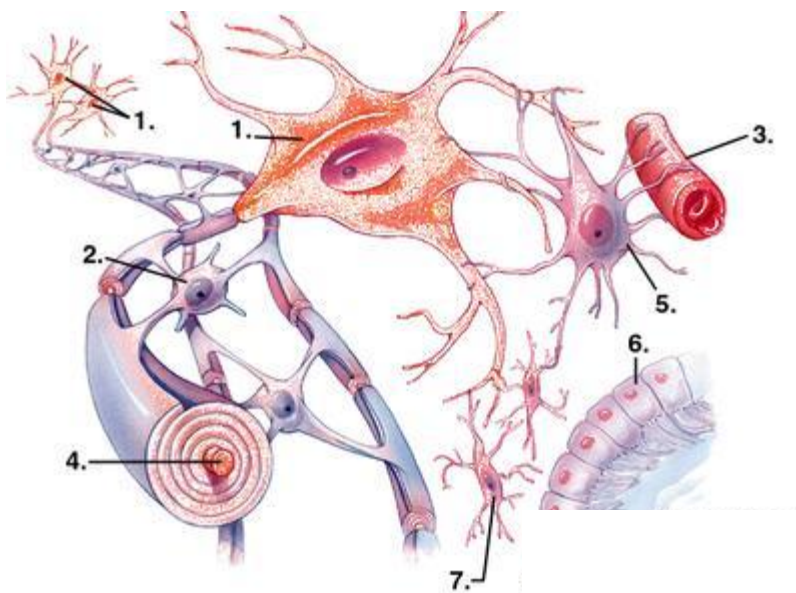


Figure 1 : représentation schématique des différentes cellules gliales (soulignées) [10]

1= neurone 2= Oligodendrocytes 3= vaisseau sanguin 4= axone
5= astrocyte 6= cellule épendymaire 7= cellule microgliale

II. ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE DE L'ENCEPHALE :

Nous ne pouvons aborder toute l'anatomie topographique de l'encéphale, ce chapitre fera donc le point sur les éléments constitutifs les plus importants permettant de situer un processus intracrânien.

L'encéphale, contenu dans la boîte crânienne, comprend :

1. le cerveau
2. le cervelet et le tronc cérébral.

Le premier est situé en entier dans l'espace sus-tentorial, les deux autres dans l'espace sous-tentorial appelé communément la fosse cérébrale postérieure (FCP).

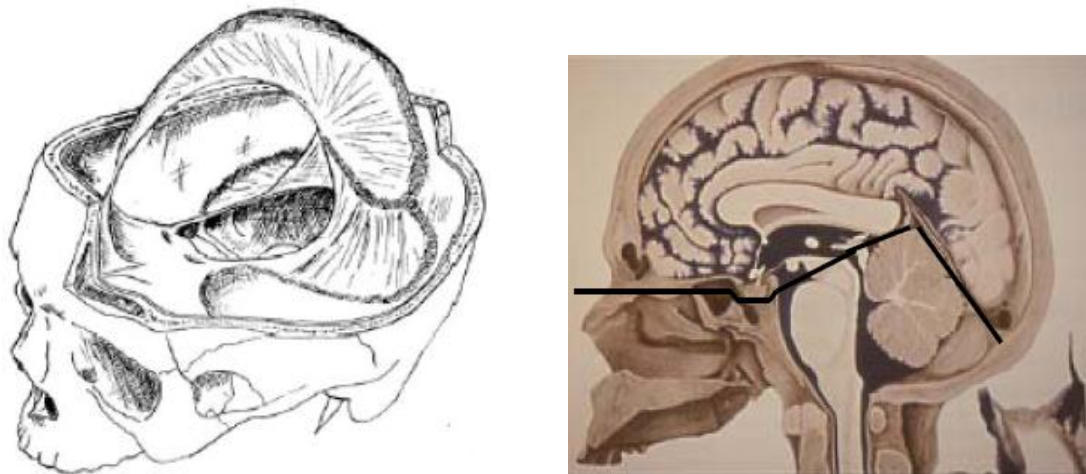


Figure n° 10 : les deux étages sus-tentorial et sous tentorial, contenant l'encéphale

1. Le cerveau :

Est composé du :

- ✓ Télencéphale : deux hémisphères reliés par le corps calleux, chacun de ces hémisphères est composé de 5 lobes :
 - lobe frontal
 - lobe pariétal
 - lobe temporal
 - lobe occipital
 - le lobe insulaire (ou insula) caché par les lobes externes
- ✓ Diencephale : partie centrale du cerveau (profonde) composée essentiellement de deux gros noyaux gris symétriques, les thalamus. Ceux-ci surmontent l'hypothalamus qui se prolonge par deux glandes, l'hypophyse en bas, l'épiphyse en arrière.

Tronc cérébral :

Placé au centre de la FCP comporte :

- ✓ Le bulbe rachidien
- ✓ La protubérance annulaire
- ✓ Le mésencéphale (pédoncules cérébraux)

Cervelet :

En arrière du tronc cérébral constitué de :

- ✓ Deux les lobes latéraux : les hémisphères cérébelleux
- ✓ lobe médian : le vermis
- ✓ un petit lobe antérieur à disposition transversale : le lobe flocculo-nodulaire.

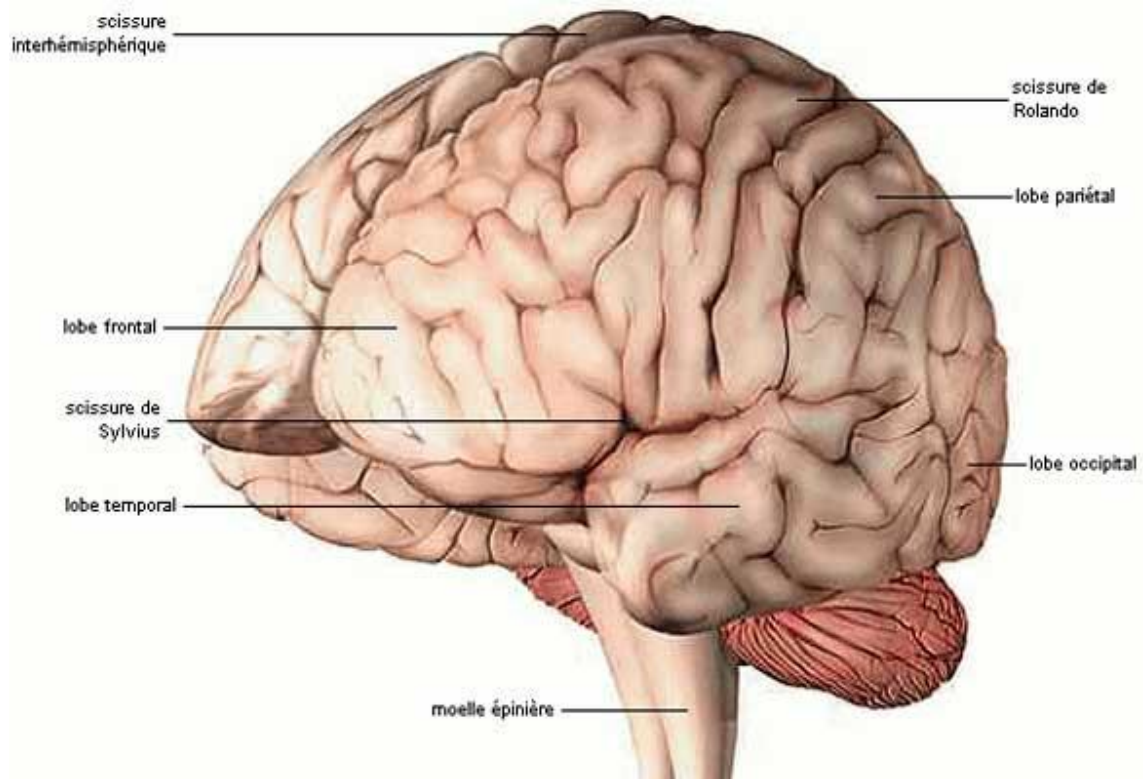


Figure n° 11 : Vue antéro-latérale de l'encéphale. [11]

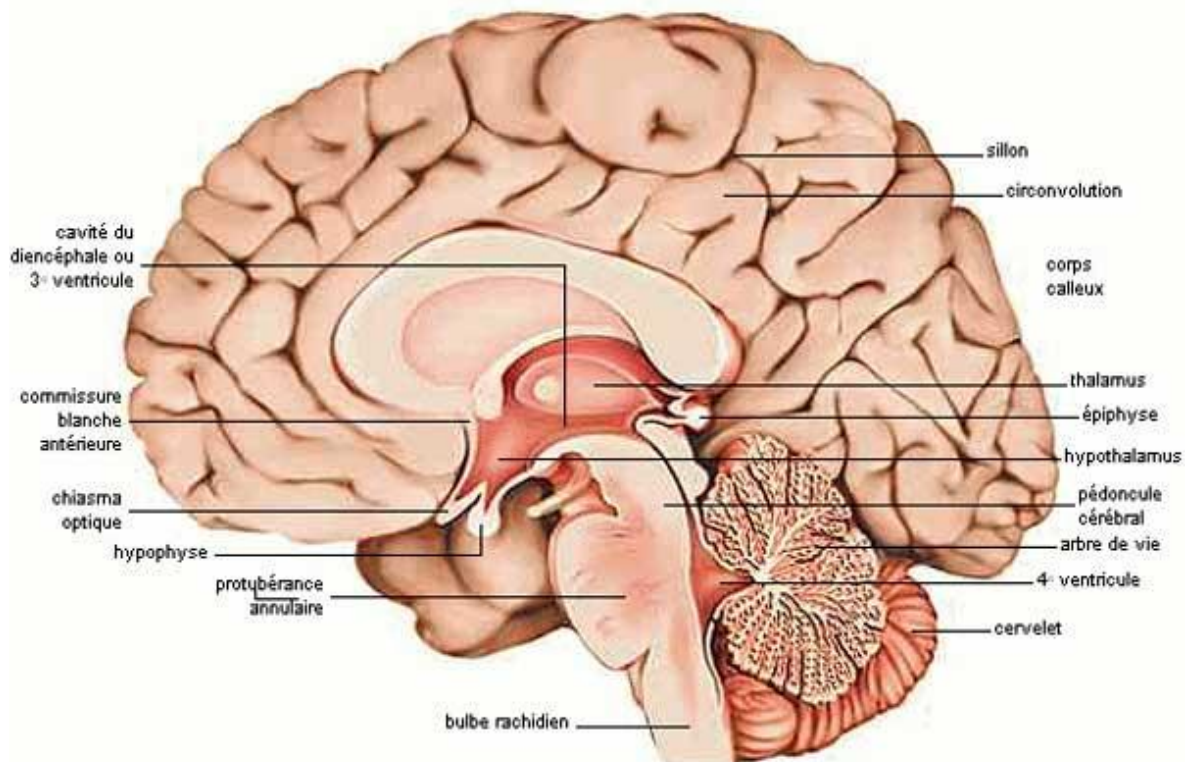


Figure n° 12 : vue médiale de l'encéphale. [11]

Le système ventriculaire :

L'encéphale est creusé de cavités, ou ventricules, remplies de liquide cébrospinal nourricier et protecteur. Il existe un ventricule dit latéral par hémisphère, un 3^{ème} ventricule correspondant au diencephale et un 4^{ème} ventricule siégeant au niveau de la fosse cérébrale postérieure.

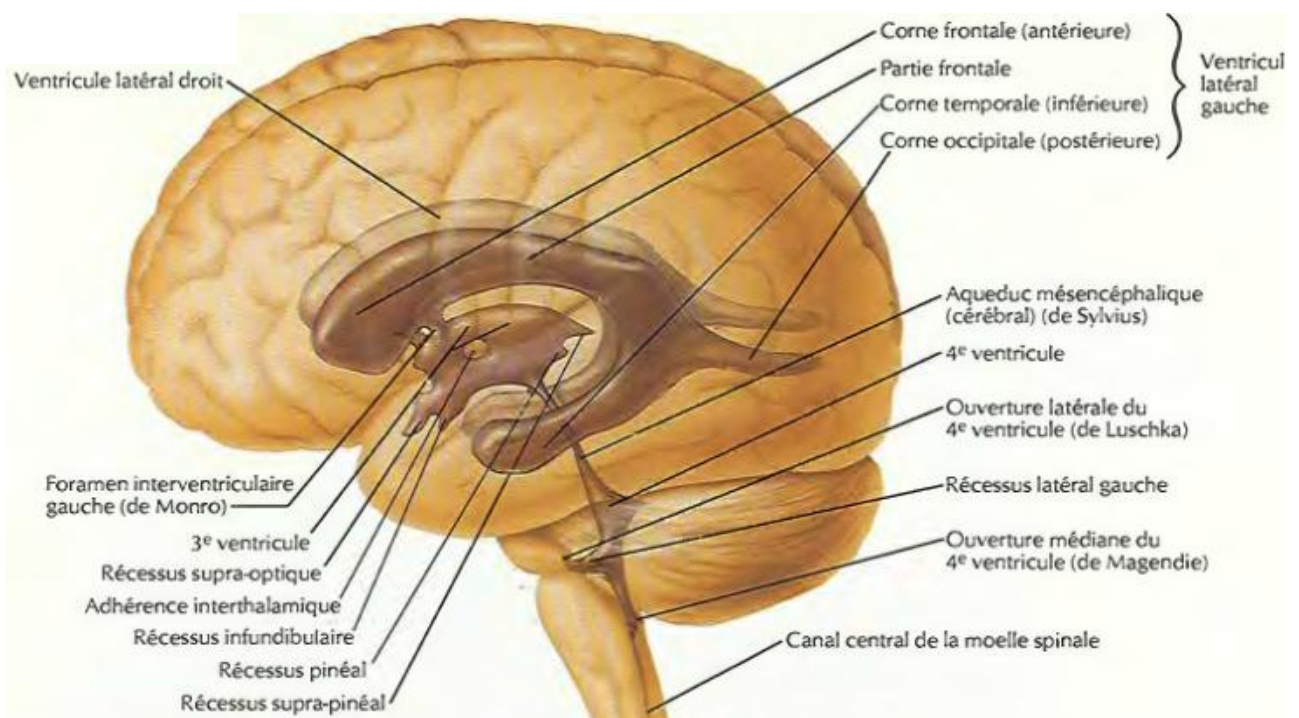


Figure n° 13 : vue latérale en transparence montrant le système ventriculaire de l'encéphale.

[12]

Lorsqu'un processus intracrânien se localise au niveau ventriculaire, il peut entraver l'hydrodynamique du liquide céphalorachidien, bloquant de façon plus ou moins complète la circulation liquidienne. De ce fait, il peut donner un syndrome d'hypertension intracrânienne précoce, souvent caractéristique et qui peut être longtemps isolé.

III. ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ENCEPHALE :

1. Les aires fonctionnelles :

Les neurones présents dans le cerveau sont regroupés suivant leur fonction, de cette manière le cortex peut être divisé en **52 aires fonctionnelles**, appelées **Aires de Brodmann**, que l'on peut diviser en 3 groupes :

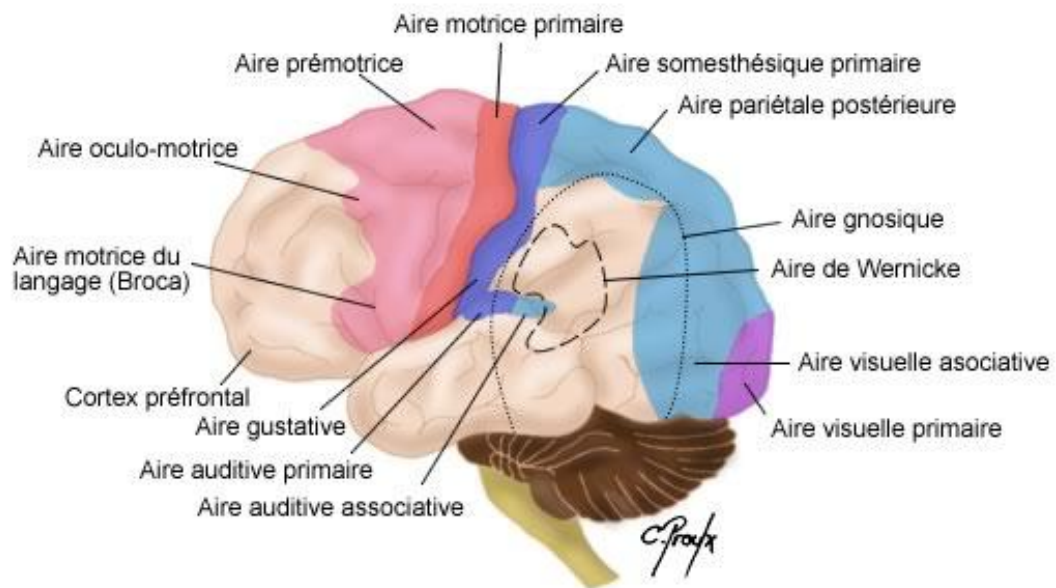


Figure n° 14 : principales aires fonctionnelles cérébrales selon Brodmann [13]

a. Les aires motrices :

Correspondent à la motricité volontaire et sont situées au niveau du lobe frontal. Parmi elles on trouve l'aire motrice primaire, l'aire pré-motrice, l'aire du langage (= aire de Broca) et l'aire oculo-motrice frontale.

b. Les aires sensibles :

Correspondent aux perceptions sensorielles somatiques et autonomes, et sont situées au niveau des lobes pariétaux, temporaux et occipitaux. Parmi elles on trouve l'aire somesthésique primaire, l'aire pariétale postérieure, l'aire visuelle, l'aire auditive, l'aire olfactive et l'aire gustative.

c. Les aires associatives :

Correspondent à l'intégration des informations sensorielles afin de donner des commandes motrices correspondantes. Parmi elles on trouve le cortex pré-frontal et l'aire du langage (= aire de Wernicke).

LA SOMATOTOPIE :

De la même manière que les neurones sont regroupés en aires suivant leur fonction, au sein d'une aire ils sont également regroupés suivant leur zone d'action dans l'organisme. La projection du corps sur les aires permet d'obtenir des représentations ; on parle d'**homonculus moteur** pour l'aire motrice primaire et d'**homonculus sensitif** pour l'aire somesthésique primaire :

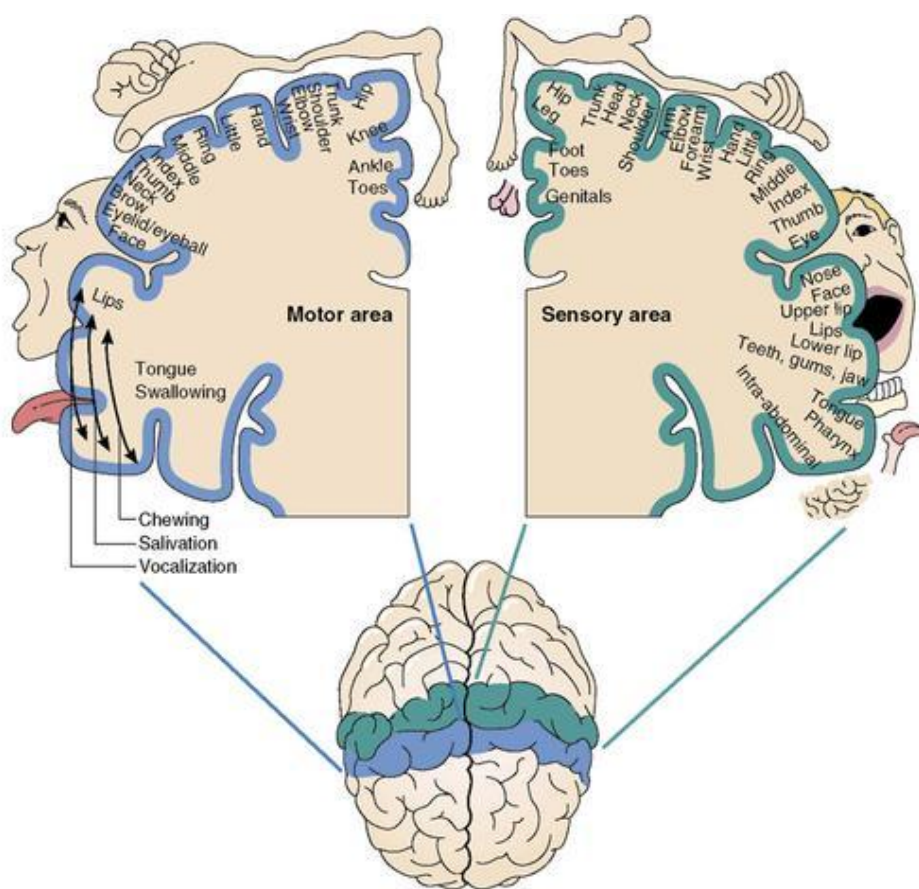


Figure n° 15 : représentation schématique des homonculus moteur et sensitif. [13]

IV. VASCULARISATION DE L'ENCEPHALE :

1. VASCULARISATION ARTERIELLE :

La vascularisation artérielle de l'encéphale (tronc cérébral, cervelet et cerveau) est assurée par quatre artères : les deux artères carotides internes et les deux artères vertébrales. Ces artères s'unissent pour former un cercle anastomotique : le polygone de Willis. De façon schématique, les territoires vasculaires cérébraux antérieurs dépendent plutôt des artères carotidiennes, alors que les territoires postérieurs dépendent plutôt des artères vertébrales.

a. Les artères carotidiennes internes

Les artères carotides internes entrent dans la fosse moyenne de la boîte crânienne par le canal carotidien et suivent une série de courbures caractéristiques constituant le siphon carotidien. Elles atteignent la surface du cerveau latéralement au chiasma optique. Sur son chemin, chaque artère carotide interne donne naissance à des branches collatérales, dont l'artère ophtalmique qui irrigue entre autres structures la rétine.

Chaque artère carotide interne se divise en deux branches terminales au niveau du chiasma optique :

- l'artère cérébrale antérieure, qui passe dans la scissure inter-hémisphérique et se ramifie à la face médiale des lobes frontaux et pariétaux ;
- l'artère cérébrale moyenne, qui entre dans la scissure de Sylvius, où elle se ramifie en plusieurs branches qui irriguent la surface latérale des lobes frontaux, pariétaux et temporaux

b. Les artères vertébrales

Les artères vertébrales naissent des artères sous-clavières et se dirigent en haut et en arrière pour s'engager dans le canal transversaire des apophyses transverses des vertèbres de C7 à C2. Elles perforent ensuite la dure mère pour pénétrer dans le crâne. Elles s'unissent à la jonction entre le bulbe et la protubérance annulaire pour former le tronc basilaire dans l'axe médian. Ce dernier chemine le long de la face antérieure de la protubérance annulaire qu'il irrigue. Il donne plusieurs branches : les artères spinales antérieures et postérieures, ainsi que les artères du cervelet.

A la jonction de la protubérance annulaire et du mésencéphale, le tronc basilaire se divise en deux paires de vaisseaux : d'une part les artères cérébelleuses supérieures, de l'autre les artères cérébrales postérieures qui irriguent le cortex visuel et la face interne du lobe temporal.

c. Le polygone de WILLIS

Le polygone de WILLIS se situe à la base du cerveau où il entoure chiasma optique et plancher de l'hypothalamus et du mésencéphale. Il comprend : en avant, les artères carotidiennes internes et les artères cérébrales antérieures reliées entre elles par l'artère communicante antérieure ; en arrière, l'extrémité du tronc basilaire et les artères cérébrales postérieures, ainsi que les artères communicantes postérieures qui relient de chaque côté l'artère carotide interne à l'artère cérébrale postérieure.

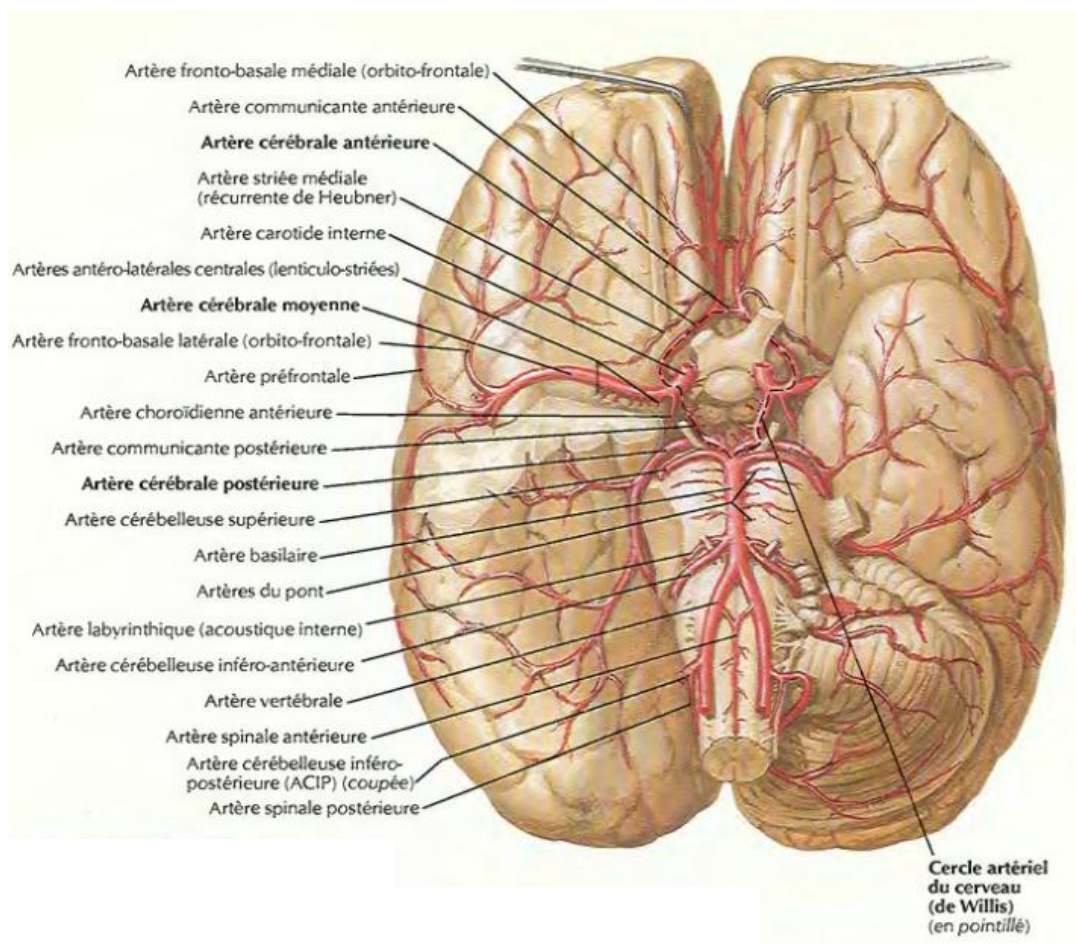


Figure n° 17 : vue inférieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle [12]

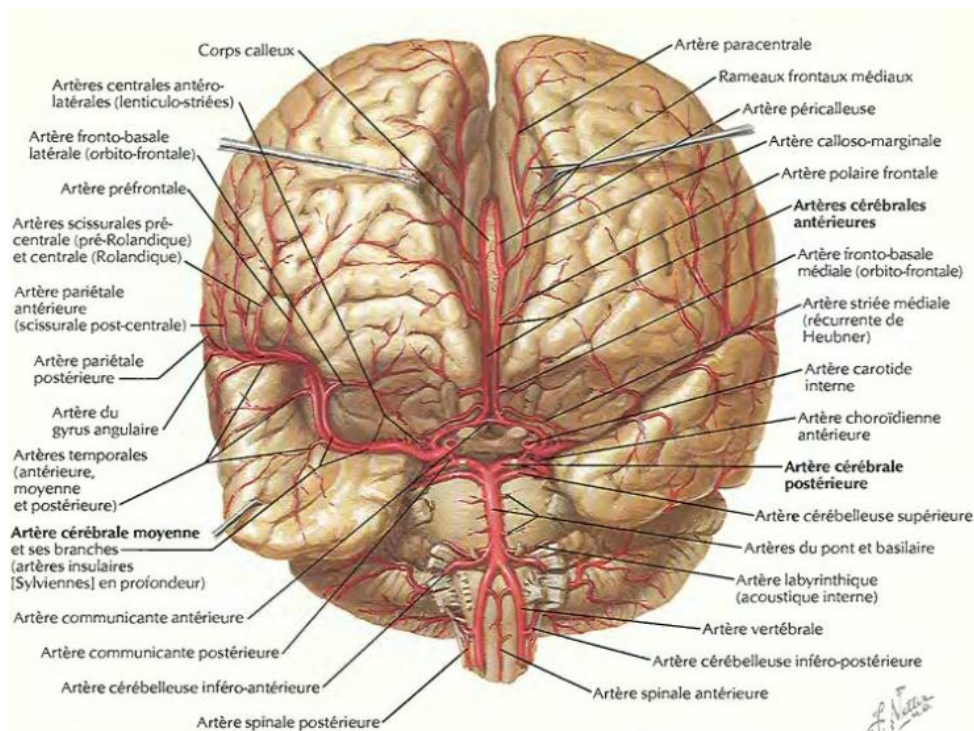


Figure n° 18 : Vue antérieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle [12]

Drainage veineux de l'encéphale :

Les veines superficielles, les veines profondes et les sinus crâniens, situés entre les deux couches de la dure-mère, participent au drainage veineux du cerveau et ne contiennent pas de valvule.

Parmi les veines superficielles, on trouve les veines cérébrales externes, qui drainent la surface latérale des hémisphères cérébraux.

Les veines cérébrales profondes drainent les structures internes du prosencéphale (thalamus etc.) et fusionnent pour former la grande veine de Galien située sous le bourrelet du corps calleux, cette veine étant en continuité avec le sinus droit situé dans l'axe de la tente du cervelet.

Le sang des faces externe et interne des hémisphères cérébraux se jette dans le sinus sagittal supérieur qui converge avec le sinus droit dans le confluent postérieur, aussi appelé torcular ou pressoir d'Hérophile, adjacent à la protubérance occipitale interne. De là le sang s'écoule latéralement de part et d'autre dans le sinus transversal qui rejoint la veine jugulaire interne au niveau du trou déchiré postérieur. Les deux sinus caverneux reçoivent le sang des veines cérébrales moyennes et se jettent dans les sinus pétreux. Ces derniers amenant le sang à la veine jugulaire interne.

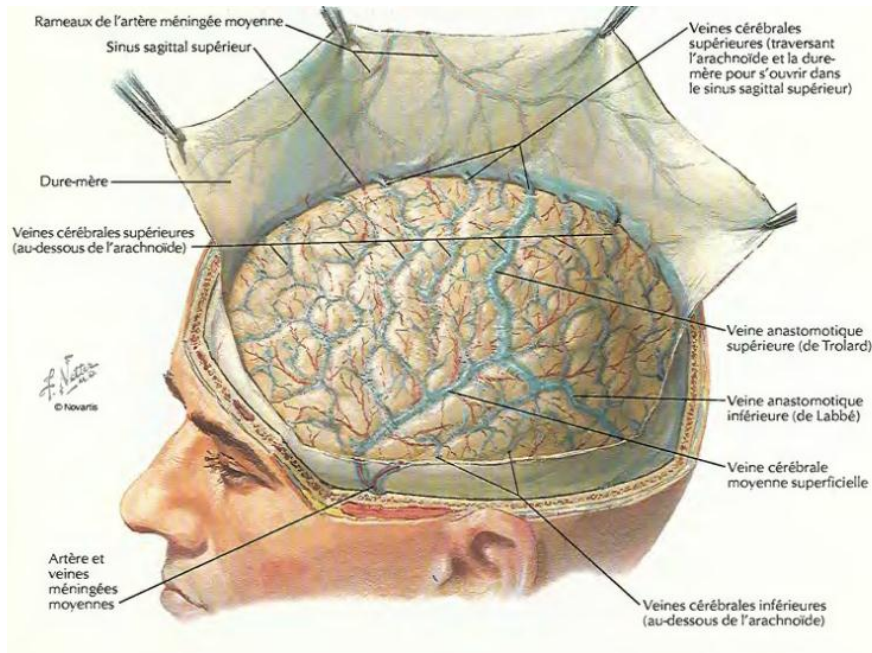


Figure n° 19 : veines cérébrales superficielles [12]

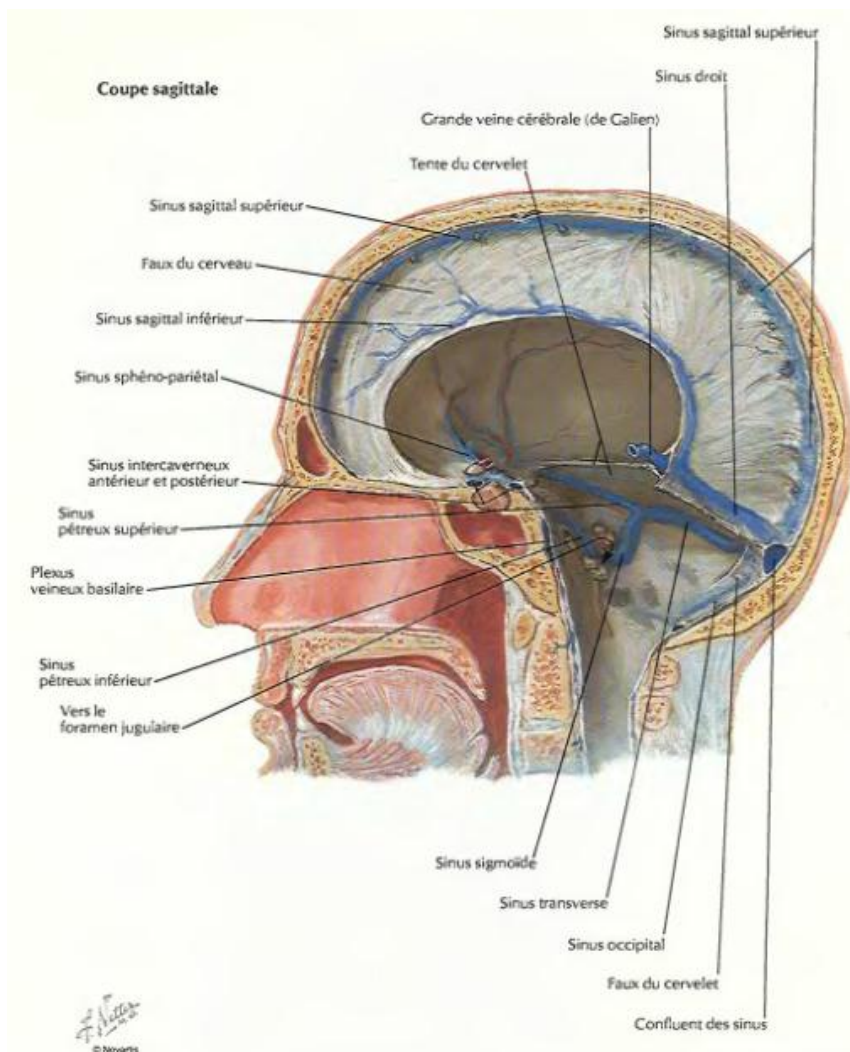


Figure n° 20 : veines cérébrales profondes et sinus veineux [12]

LES PROCESSUS INTRACRANIENS :

I. DIAGNOSTIC POSITIF D'UN PROCESSUS INTRACRANIEN :

1. Signes d'appel :

Le diagnostic de processus expansif intracrânien sera évoqué devant :

- des céphalées, le plus souvent à prédominance matinale, voire un tableau plus complet d'hypertension intracrânienne (avec céphalées intenses, rebelles au traitement médical, nausées, vomissements, diplopie par atteinte de la 6ème paire crânienne)
- et/ou des signes de localisation
- des crises épileptiques partielles et/ou généralisées
- des troubles de la parole
- des troubles visuels :
 - amputation du champ visuel souvent révélée de manière accidentelle (accident de la voie publique)
 - une diplopie rentrant soit dans le cadre d'une hypertension intracrânienne, soit dans le cadre d'une atteinte de la base du crâne, ou plus rarement d'une atteinte méningée
- des troubles du comportement ou de l'humeur, des troubles de la mémoire
- des troubles de la vigilance

Ce tableau s'installe en quelques jours à quelques semaines, avec majoration progressive de l'intensité des signes, et extension en tache d'huile, évoquant un processus de haut grade de malignité.

En revanche, la symptomatologie peut se réduire à des signes longtemps isolés (crises, atteinte d'un nerf crânien) dans les lésions bénignes ou de bas grade.

L'examen clinique : recherchera :

- une hémiparésie
- une hémihypoesthésie
- des troubles cognitifs
- une dysphasie
- une atteinte des paires crâniennes
- un œdème papillaire
- une amputation systématisée du champ visuel (quadranopsie ou hémianopsie latérale homonyme)
- signes infectieux : fièvre, frissons, sueurs

Examens paracliniques :

- L'examen tomodensitométrique (TDM) réalisé sans et avec injection constitue l'examen de première intention mais dont la normalité n'exclue pas la présence d'une tumeur, en particulier dans les gliomes infiltrants de bas grade (cf. chapitre limites de l'imagerie cérébrale).
- Il sera donc le plus souvent complété par un examen en résonance magnétique nucléaire (IRM) et recherchera :
 - le caractère extra ou intraparenchymateux
 - le caractère infiltrant hypodense (TDM) ou en hyposignal T1 (IRM)
 - le rehaussement par le produit de contraste
 - l'aspect hétérogène avec nécrose intratumorale
 - l'extension, le caractère uni ou multifocal
 - l'effet de masse sur les structures adjacentes (sillons, cavités ventriculaires, ligne médiane)
- L'angiographie n'est qu'exceptionnellement pratiquée.

D'autres examens pourront être pratiqués, orientés par la symptomatologie clinique et la localisation tumorale :

- Electroencéphalogramme
- Fond d'œil, champs visuel
- Bilan neuropsychologique
- IRM médullaire (bilan d'extension : tumeur pinéale, médulloblastome, lymphome, épendymome, neurofibromatose)
- Dosage (sang et LCR) des marqueurs α foetoprotéine, β HCG, devant une tumeur de localisation pinéale
- Ponction lombaire réalisée si le risque d'engagement des amygdales cérébelleuses a été éliminé par la neuro-radiologie (TDM, IRM). Elle est indiquée dans les rares cas de suspicion de dissémination méningée tumorale, ou dans le cadre du bilan d'extension (lymphome, médulloblastome, tumeurs germinales).

Les processus intracrâniens sont **dominés par l'étiologie tumorale**, une approche morphologique et histologique des tumeurs sera présentée dans les chapitres qui suivent avant de rappeler brièvement les autres processus intracrâniens qui en constituent des diagnostics différentiels.

II. CLASSIFICATION DES TUMEURS INTRACRANIENNES :

Chaque type de tumeur a ses particularités en termes de topographie préférentielle, d'histologie, de pronostic. Chacun de ces termes a sa signification propre, mais en fait ils sont étroitement reliés entre eux. A telle topographie est associée l'agressivité de la tumeur en termes de développement, de conséquences neurologiques, d'accessibilité au traitement chirurgical. A telle histologie est associée l'origine tissulaire de la tumeur et son degré de malignité. A tel pronostic est lié le degré d'extension de la tumeur au moment du diagnostic autant que son grade histologique. À ce jour, la classification histologique des tumeurs sert toujours d'outil de base pour l'estimation d'un pronostic global en termes de survie.

La **topographie** est un critère utile, mais **l'histologie de la tumeur est le critère majeur de classement** puisqu'il va aussi nous indiquer le pronostic global.

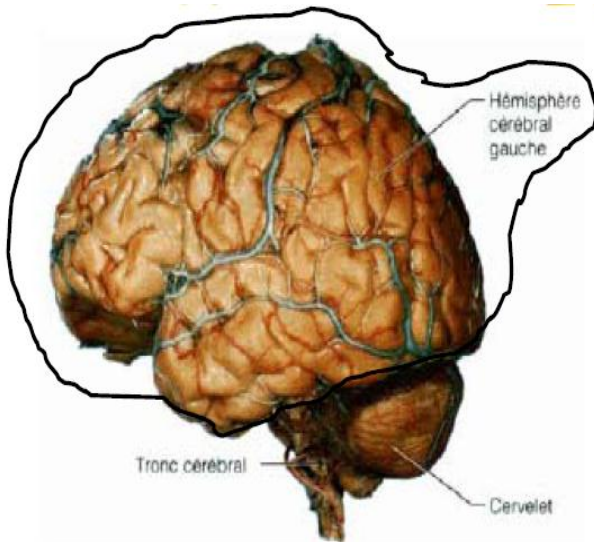
Si l'imagerie médicale est suffisante pour une classification topographique, la biopsie quant à elle reste le seul moyen permettant l'obtention d'un fragment du tissu cérébral pour le soumettre à un examen histologique.

Nous abordons dans ce chapitre ces deux types de classifications, les particularités histologiques de chaque type de tumeur seront détaillées ultérieurement (dans l'étude anatomo-pathologique des tumeurs intracrâniennes)

1. Classification suivant la topographie

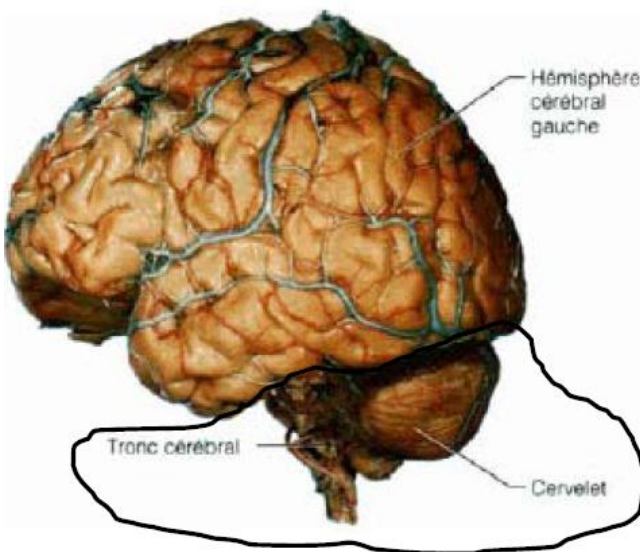
Quelques exemples illustrent les différences liées à la topographie:

- les tumeurs gliales sont les tumeurs sus-tentorielles les plus fréquentes chez l'adulte. Chaque topographie cérébrale a ses signes neurologiques. On distingue principalement les tumeurs :



- des lobes frontaux, temporaux, pariétaux ou occipitaux.
- des noyaux gris centraux,
- de la ligne médiane,
- du carrefour ventriculaire,

- Les tumeurs de la fosse postérieure sont plus rares chez l'adulte que chez l'enfant, et sont volontiers compliquées d'une hydrocéphalie. On distingue :



- les tumeurs intra-axiales (gliome du tronc cérébral, astrocytome du cervelet, médulloblastome)
- les tumeurs extra-axiales situées essentiellement dans l'angle ponto-cérébelleux (neurinome, kyste épidermoïde, méningiome).

En plus de sa topographie à l'intérieur de la boîte crânienne, une tumeur adopte une **configuration spatiale** particulière qui détermine également son pronostic global, celle-ci est variable en fonction du degré de malignité :

- Soit les cellules tumorales forment un ensemble compact, bien limité par rapport au cerveau adjacent, dans lequel on ne trouve aucune cellule anormale. (Ex : méningiome)
- Soit le tissu tumoral est moins compact, et quelques cellules envahissent le tissu cérébral avoisinant. (Ex : gliome de bas grade)
- Soit, enfin, l'organisation de la tumeur est anarchique et l'on ne peut pas décrire une limite nette entre le cerveau et la tumeur. (Ex : glioblastome)

On comprend aisément les conséquences que cette configuration aura sur les modalités de réalisation d'une biopsie stéréotaxique ainsi que sur le traitement (chirurgie ou radiothérapie) de la tumeur.

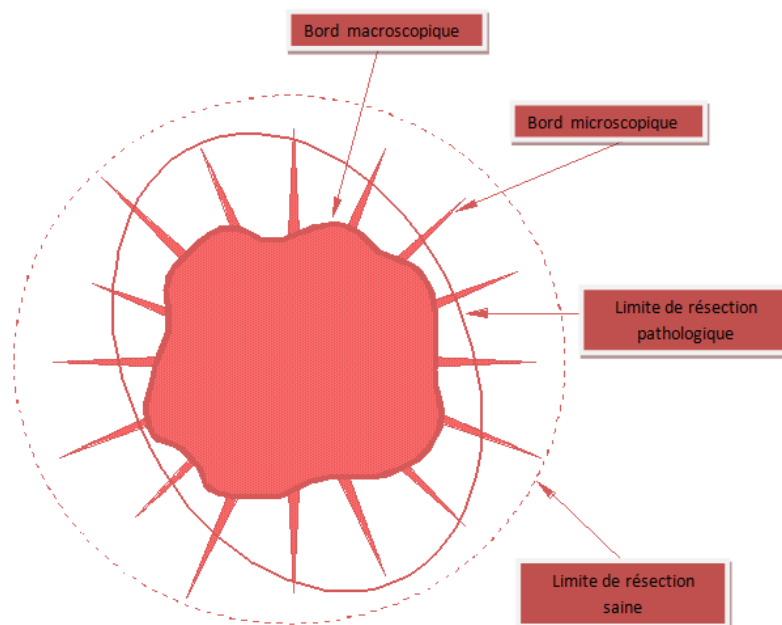


Figure n° 21 : schéma illustrant la configuration spatiale d'une tumeur intracrânienne, notez que l'envahissement tumoral dépasse la limite macroscopique de la lésion.

Classification suivant l'histologie

L'examen histologique permet de confirmer la nature de la lésion et, surtout, son degré de malignité. La classification utilisée à ce jour est celle de l'OMS (annexe n°1); elle attribue à chaque variété de tumeur son grade de malignité, ce qui est une information d'ordre pronostique.

Cette classification reconnue comme un **standard** date de 1977 et repose sur les études de Bailey et Cushing et celle de Kernohan. Celle-ci a été modifiée en 2000 par l'inclusion de données récentes de la biologie et de la génétique moléculaire. Le type histologique tumoral reste défini en fonction du type cytologique prédominant. La gradation bénéficie d'un système simple et repose sur des critères que nous allons détailler par la suite.

Cette gradation est, pour certains, dans une catégorie d'âge donné, **le meilleur critère pronostique**. Elle comporte cependant de nombreuses imperfections et lacunes et n'est pas reproductible pour certains types de tumeurs.

Une autre classification a été plus récemment proposée (Daumas-Duport). Cette classification a pour originalité d'intégrer les résultats des examens neuroradiologiques (TDM, IRM) au diagnostic histologique.

Les tumeurs neuroépithéliales

- les astrocytomes
- les oligodendrogliomes
- les gliomes mixtes
- les épendymomes
- les tumeurs des plexus choroïdes
- les tumeurs gliales d'origine incertaine
- les tumeurs gliales et glioneurales
- les tumeurs neuroblastiques
- les tumeurs pinéales vraies
- les tumeurs embryonnaires

Les tumeurs des nerfs périphériques

- schwannome
- neurofibrome
- périneuriome
- tumeurs malignes des gaines nerveuses (MPNST)

Les tumeurs des méninges

- tumeurs des cellules méningothéliales : les méningiomes
- tumeurs mésenchymateuses, non méningothéliales
- tumeurs bénignes
- tumeurs malignes
- lésions mélanocytaires primaires
- tumeurs d'histogenèse incertaine : hémangioblastome

Lymphomes

Tumeurs germinales

Tumeurs de la région sellaire

Métastases

Figure n° 22:
classification
(simplifiée) de l'OMS
des tumeurs du
système nerveux
central.

La classification
complète est en
annexe n°2
(en anglais)

III. LIMITES DE L'IMAGERIE CEREBRALE ET NECESSITE D'UNE BIOPSIE DES TUMEURS INTRACRANIENNES :

Dans ce chapitre nous allons mettre le point sur les limites d'une imagerie médicale, même sophistiquée, dans l'approche histologique d'un processus intracrânien. L'étude histologique d'un fragment du tissu cérébral constituant alors le gold standard pour un diagnostic précis. Les caractéristiques histologiques étant, comme nous l'avons vu, le meilleur indicateur du pronostic.

1. TECHNIQUES D'IMAGERIE MORPHOLOGIQUES :

a. TOMODENSITOMETRIE :

La tomodensitométrie (avec injection de produit de contraste iodé) constitue actuellement la technique d'imagerie de référence, car la plus rapidement accessible en pratique. Elle fournit des informations anatomiques précises des tumeurs cérébrales.

L'aspect, la localisation, la taille, l'homogénéité et la prise de contraste du néoplasme peuvent ainsi être précisés.

Prenons l'exemple d'une tumeur gliale astrocytaire, selon la classification de l'OMS sus-citée, le grading de ces tumeurs comporte :

- Astrocytomes de bas grade (grade I, II)
- Astrocytomes anaplasiques (grade III)
- Glioblastomes polymorphes (grade IV).

L'aspect scannographique diffère en fonction de ce grade histologique, le tableau suivant résume les différents aspects obtenus par TDM :

	C-	C+	O	K	Ca	H	M
Astrocytome Grade I	Iso/hypo	-/(+)	+	+/(-)	-	-	+/-
Astrocytome Grade II	Hypo	+/-	+/-	+/-	-	-	+/-
Astrocytome Grade III	Hypo/iso++	+	+	-	+/-	+	+/-
Glioblastome	Hypo/iso/hyper	+++	+++	+	-	++	++

C- : aspect avant injection du produit de contraste

C+ : prise de contraste

O : œdème K : nécrose

Ca : calcification H : hétérogénéité

M : effet de masse



Figure n° 23 : Signes TDM très évocateurs d'un glioblastome :

Hyperdensité après injection du produit de contraste et aspect hétérogène

« marécageux » avec œdème périlésionnel. [14]

Ces informations suffisent pour certains cas, mais il n'existe pas d'image pathognomonique caractérisant un type tumoral.

Prenons l'image suivante :



Figure n° 24 : Image d'une TDM cérébrale montrant : une hypodensité cerclée d'un anneau hyperdense après injection de produit de contraste avec œdème périlésionnel. [15]

Si cette image est très évocatrice d'un abcès cérébral (surtout lorsque la clinique et la biologie le suggèrent) certains diagnostics ne peuvent être écartés de façon formelle, il peut donc s'agir de :

- Tumeurs : gliome, métastase (abcédée)
- Foyer d'infarctus, hémorragie
- Parasitose : toxoplasmose, cysticercose...
- Tuberculome, abcès tuberculeux, actinomycose, cryptococcose, candidose.

La biopsie cérébrale permettra d'établir un diagnostic définitif, en différenciant les tumeurs d'autres affections (hémorragiques, infectieuses ou même dégénératives).

b. IMAGERIE PAR RESONNANCE MAGNETIQUE :

L'IRM présente plusieurs avantages, Elle permet :

- Une meilleure définition.
- de différencier entre substances blanche et grise, ce que ne peut pas réaliser la TDM.
- de visualiser l'invasion du parenchyme cérébral, et, en conséquence, de définir le volume de la tumeur.
- de visualiser les lésions de la fosse postérieure, car, à ce niveau, elles sont entourées par beaucoup d'os, ce qui peut être à l'origine d'artefacts à l'examen tomодensitométrique.

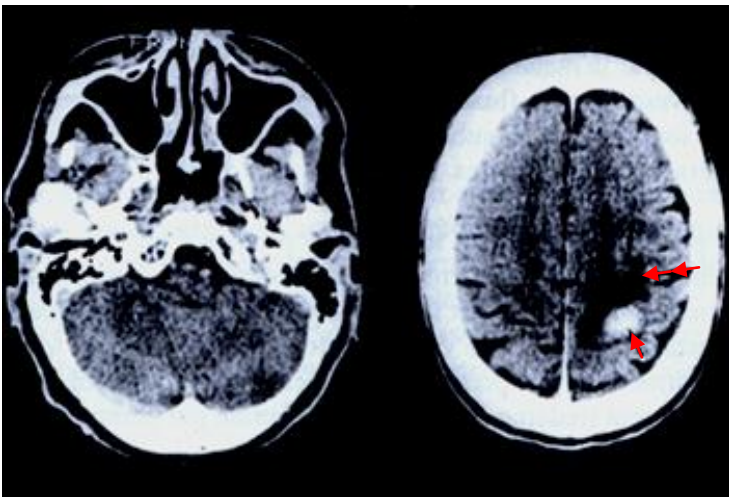


Figure n° 25 : Scanner avec injection : chez un malade souffrant d'un cancer pulmonaire à petites cellules. Métastase pariétale semble unique (flèche) avec œdème périlésionnel (double flèche). Notez que la FCP semble indemne de lésion secondaire. [14]

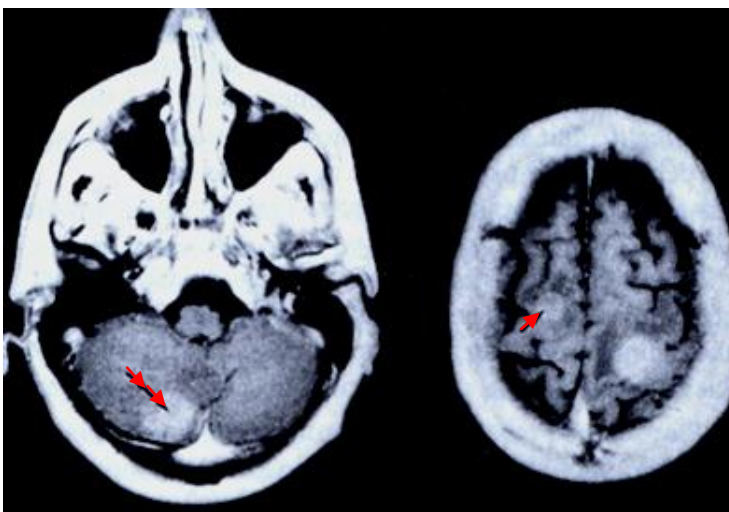


Figure n° 26 : IRM en séquence pondérée T1 après injection de gadolinium : chez le même patient. Une métastase sus-tentorielle supplémentaire (flèche) apparaît à proximité de la voute. Il existe une métastase cérébelleuse (double flèche) ignorée au scanner. [14]

L'IRM morphologique est actuellement l'outil d'imagerie standard d'évaluation mais aussi performant soit-il, cet examen reste limité pour répondre à certaines questions cruciales des cliniciens [16]:

- La détermination la cible chirurgicale: Le critère de malignité habituellement utilisé est l'existence de prise de contraste, ce que de nombreuses études remettent en question. Les tumeurs intracrâniennes étant des très hétérogènes, le risque majeur est de «sous-grader» et donc de «sous-traiter» une tumeur en ne « ciblant » pas la partie la plus agressive.
- La délimitation du volume tumoral: est également un problème majeur, tant pour le chirurgien que pour le radiothérapeute (le volume à irradier étant fondé sur le volume tumoral en IRM). Or, plusieurs études montrent l'absence de corrélation précise entre volume tumoral délimité en imagerie et extension tumorale réelle.
- Au cours du suivi: difficulté pour évaluer la réponse thérapeutique (diagnostic de pseudo-progression) et pour distinguer la reprise évolutive des modifications induites par le traitement.

TECHNIQUES D'IMAGERIE MULTIMODALES :

a. **TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITONS :**

L'activité cellulaire au sein d'une tumeur intracrânienne peut être appréciée par un examen radiologique sophistiqué, la tomographie par émission de positons (TEP).

La TEP ne se conçoit pas comme un examen « concurrençant » l'évaluation morphologique classique mais comme un outil supplémentaire permettant d'affiner la prise en charge de chaque patient [17].

En effet cette technique repose sur l'injection d'une substance faiblement radioactive qui émet des positons. Leur dématérialisation s'accompagne de l'apparition d'un photon détecté par une caméra couplée à un appareil de scanner, ce dernier reconstruit l'image en 3 dimensions.

Deux traceurs sont principalement utilisés : un analogue du glucose marqué au fluor 18 (18-FDG 2-[¹⁸F] fluoro-2-deoxy-D-glucose ou **18-FDG**) et un acide aminé, la méthionine, marquée au carbone 11 (L-méthyl-¹¹C-méthionine ou **11C-MET**).

La captation du 18-FDG augmente avec le degré de malignité tumorale et peut avoir une valeur pronostique. Il permet également d'aider le clinicien dans le diagnostic différentiel de récidive, notamment versus radio nécrose.

Cependant cet examen reste limité du fait de l'importance du métabolisme glucidique au sein du parenchyme cérébral normal, ce qui rend la différenciation entre tissu sain et tissu tumoral problématique (particulièrement dans le cadre des gliomes de grade II, en iso- voire en hypométabolisme, et donc parfois « sous-évalués » par cette technique).

La 11C-MET est actuellement le traceur de référence en neuro-oncologie. Sa sensibilité diagnostique est meilleure, la captation augmente avec le grade [18] et est inversement corrélée au pronostic [19].

La TEP 11C-MET apporte également d'importants éléments au diagnostic de récurrence ou de reprise évolutive en augmentant la sensibilité et la spécificité de l'imagerie conventionnelle [20].

Cependant son utilisation en pratique est quasi nulle, du fait de son accès extrêmement limité, et cette technique reste réservée aux centres de recherche.

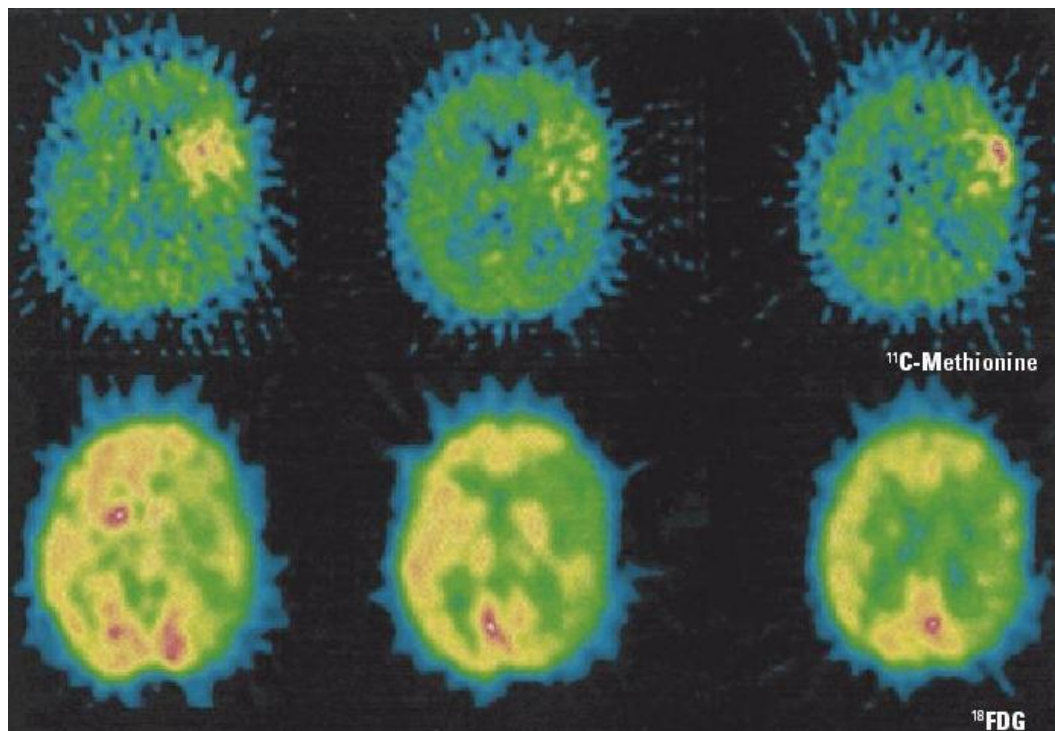


Figure n° 27 : Évaluation d'un gliome de grade II. : Hypocaptation en TEP FDG, hypercaptation en TEP MET

[25]

La tyrosine fluorée O-(-2 ¹⁸F Fluoro Ethyl)-L-Tyrosine ou **18-FET** est un traceur étudié ces dernières années, il possède les mêmes caractéristiques que la 11C-MET, le marquage au fluor 18 les rendant plus « accessibles » à une pratique de routine que celle-ci.

L'association des données de la TEP à celles de l'IRM apporte une aide précieuse au clinicien. L'intégration de ces données permet d'augmenter la rentabilité diagnostique des biopsies [21] et de préciser les limites tumorales [22] : certaines équipes utilisent ces données pour planifier les résections chirurgicales, notamment dans les gliomes de grade II [23]. De la même façon, ces données peuvent être utilisées pour affiner la définition du volume tumoral à irradier. Il est cependant à noter que des travaux de validation restent encore nécessaires avant de pouvoir envisager cette application en routine.

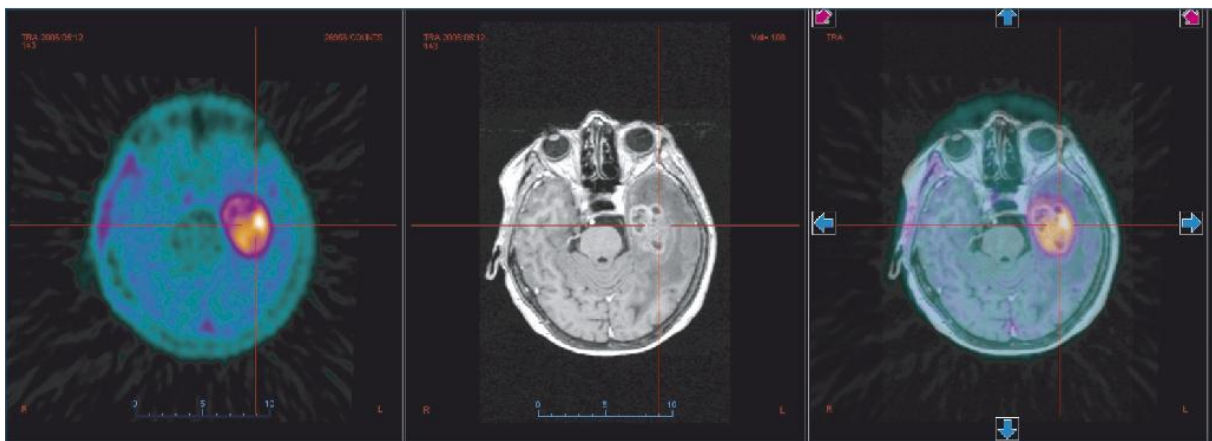


Figure n° 28 : TEP FET et IRM réalisées avant biopsie : diagnostic de glioblastome.

[26]

- A) Captation élevée de FET au sein de la tumeur.
- B) Séquence T1 avec gadolinium avant biopsie.
- C) Fusion d'images TEP FET et IRM glucidique

b. SPECTROSCOPIE PAR RESONNANCE MAGNETIQUE :

La spectroscopie par résonance magnétique est une technique d'exploration du métabolisme cérébral qui peut être réalisée au décours d'un examen d'IRM conventionnel. Cette technique permet l'analyse quantitative de métabolites spécifiques de types cellulaires particuliers ou reflets de certains phénomènes physiologiques [24].

Les séquences de SRM peuvent ainsi améliorer la rentabilité de l'IRM conventionnelle dans un certain nombre de situations pratiques en neuro-oncologie, en particulier :

- la détermination de la nature tumorale d'une lésion (l'augmentation du pic de choline associée à une diminution du NAA, avec une créatine conservée, est fortement évocatrice de tumeur cérébrale),
- le diagnostic positif de gliomatose primitive,
- la délimitation de l'infiltration tumorale
- le diagnostic différentiel entre tumeur et remaniements post-thérapeutiques.

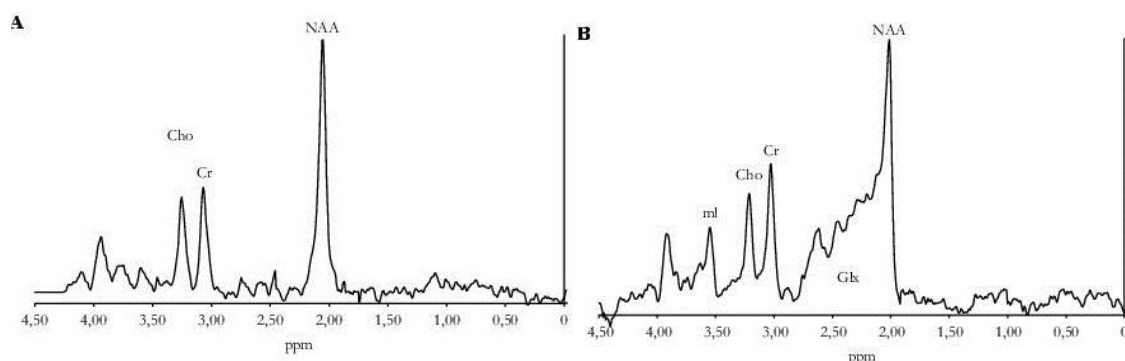


Figure n° 29 : Spectres normaux mesurés dans la substance blanche pariéto-occipitale acquis à écho long (A, séquence Press TE = 135 ms) et à écho court (B, séquence Steam, TE = 20 ms). Seuls le N-acétyl-aspartate (NAA), la créatine (Cr) et la choline (Cho) sont observables en temps normal à écho long. En condition pathologique, du lactate (Lac) peut également être détecté. À écho court, le spectre est plus riche et comporte, en plus des métabolites précédents, le myo-inositol (ml) et le glutamine/glutamate/GABA (Glx). En condition pathologique (nécrose cellulaire), on peut également mettre en évidence des lipides libres. [24]

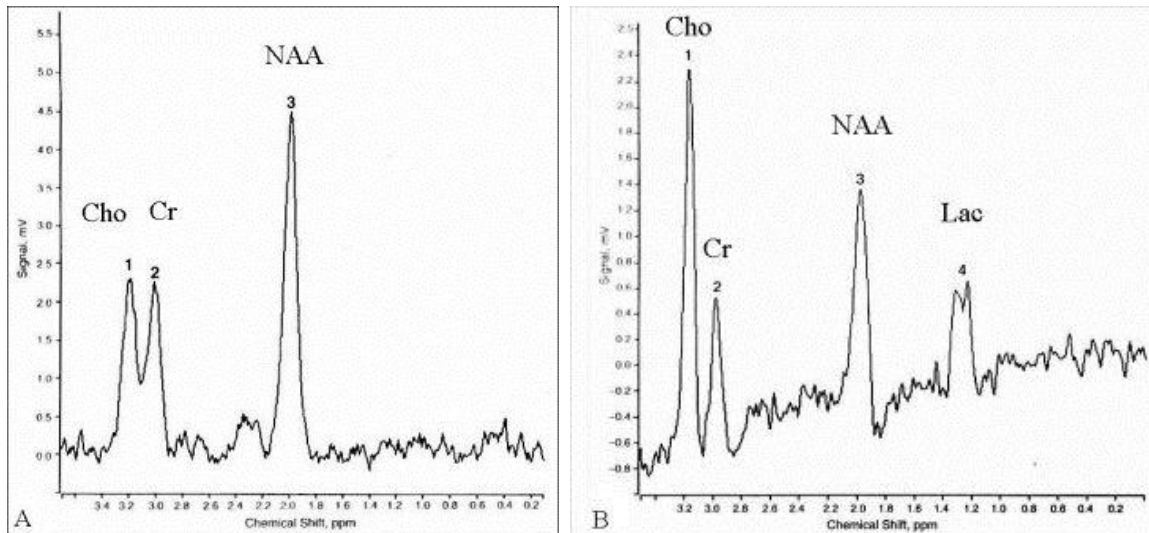


Figure n° 30 : SRM ^1H simple-voxel (PRESS, TE = 272 ms).

A : Spectre cérébral normal.

B : astrocytome de niveau IV : augmentation de Cho, baisse de NAA, présence d'un double pic de lactate. [24]

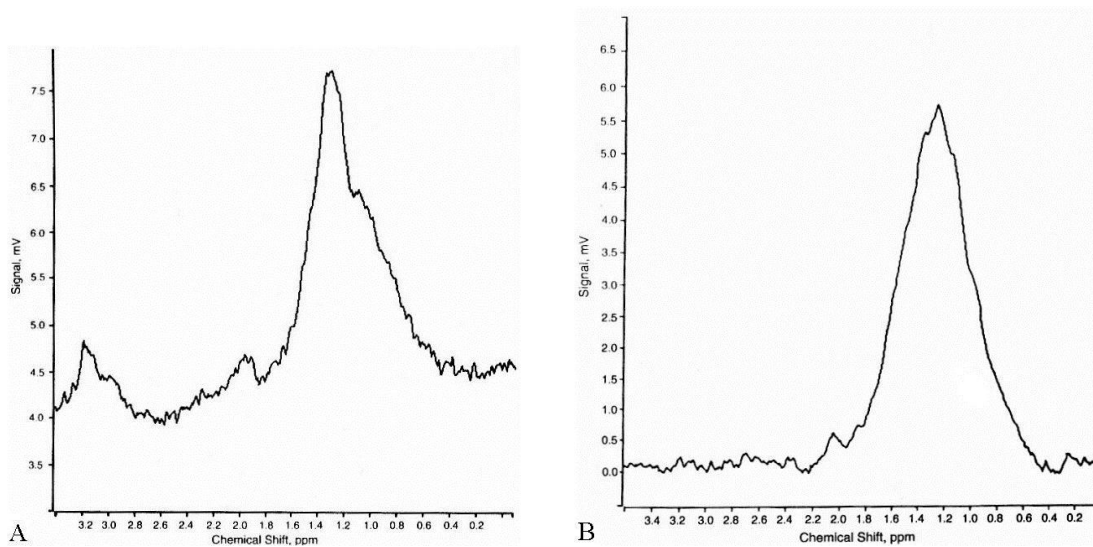


Figure n° 31 : SRM simple-voxel (PRESS, TE = 272 ms) :

A : Spectre d'un astrocytome après irradiation (pic de Cho à 3.2 ppm => tumeur résiduelle).

B : Nécrose radiative (plus de tumeur). [24]

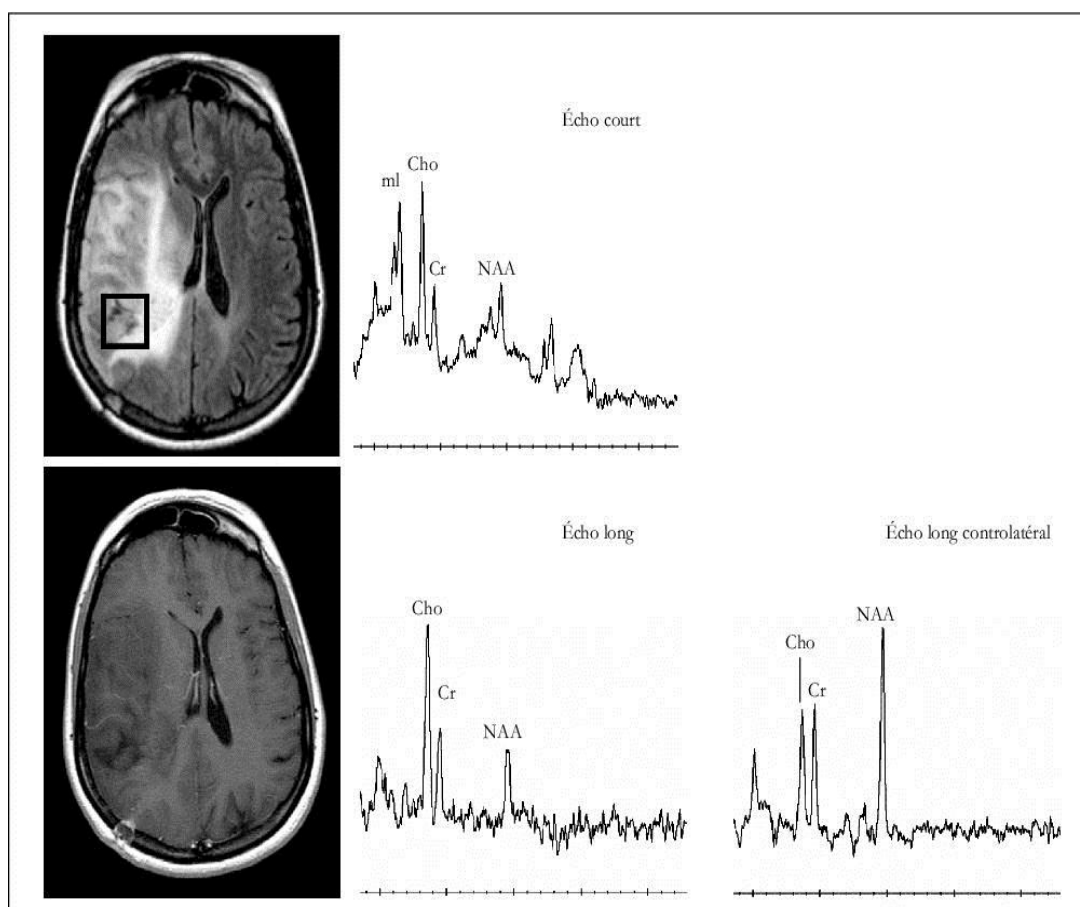


Figure n° 32 : Crise convulsive chez une femme jeune. Gliome de bas grade. IRM en séquence FLAIR et T1 après gadolinium. Spectro-IRM à écho court (20 ms) et à écho long (135 ms) sur la lésion (carré noir), ainsi qu'à écho long sur la région normale controlatérale. Présence d'une lésion infiltrante diffuse, non rehaussée. Le profil SRM est fortement évocateur du diagnostic. Il associe élévation de la choline et du myo-inositol, baisse modérée de la créatine et diminution importante du NAA. Il n'y a pas de lipides libres en quantité significative. [24]

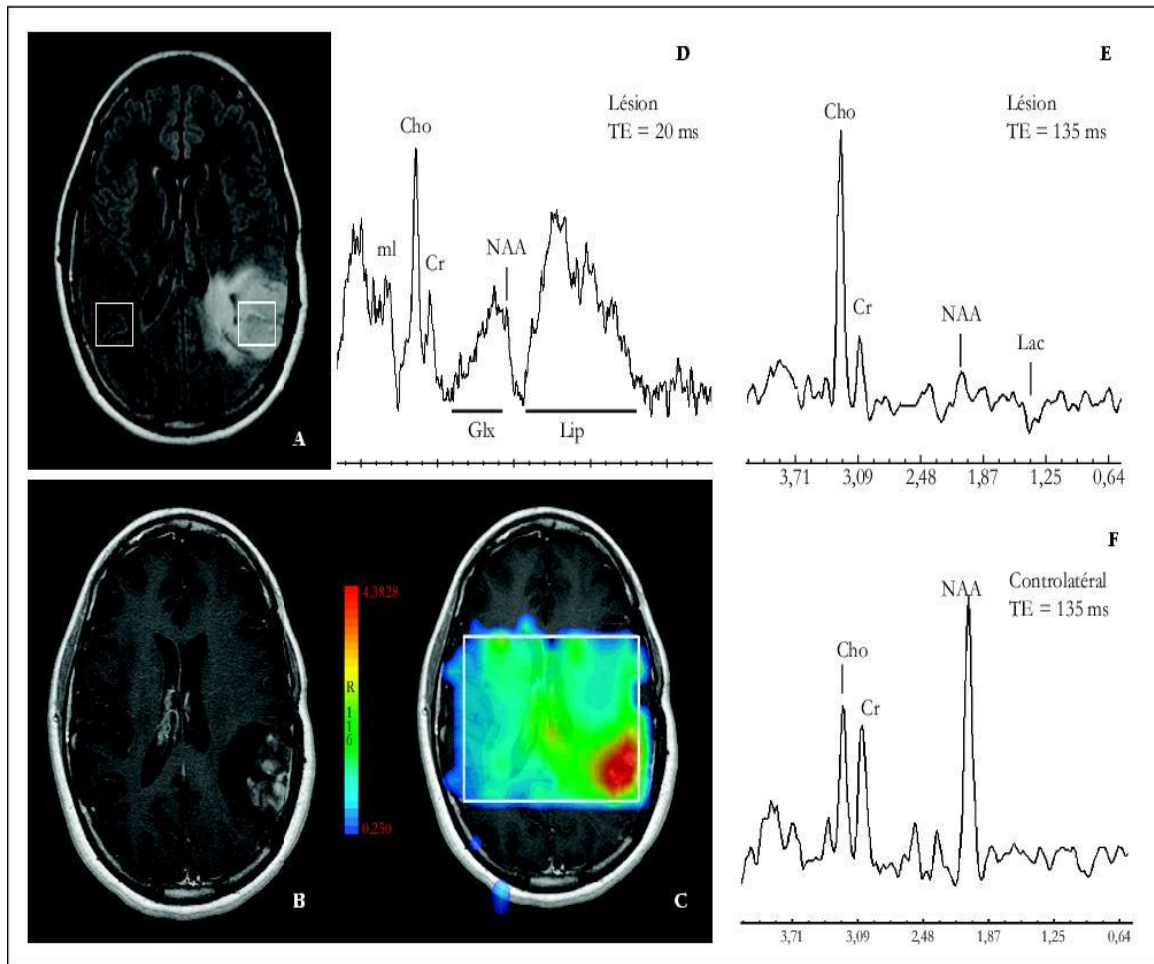


Figure n° 33 : Gliome en transformation. Bilan avant radiothérapie. IRM en séquence FLAIR (A), T1 avec gadolinium (B). Imagerie métabolique CSI à 135 ms (C, cartographie du rapport choline/créatine). Spectro-IRM sur la lésion à écho court (D) et écho long (E). Acquisition à écho long sur la région controlatérale (F). On retrouve une tumeur nodulaire prenant le contraste sur l'imagerie. Son aspect métabolique est celui d'une lésion de haut grade, associant élévation de la choline, baisse de la créatine et du NAA et présence de quantités significatives de lipides (Lip) et de lactate (Lac). L'imagerie métabolique retrouve une élévation importante du rapport choline/créatine, signe d'activité tumorale, dépassant largement l'extension de la tumeur en IRM conventionnelle et atteignant notamment le corps calleux. [24]

En conclusion, malgré les progrès réalisés en imagerie médicale du cerveau, la nature exacte d'une masse, l'analyse fine de la structure du parenchyme, dépassent les possibilités techniques actuelles.

Pour une caractérisation parfaite, la biopsie cérébrale retrouve des indications larges à chaque fois que l'étude histologique est nécessaire pour guider l'attitude thérapeutique.

La biopsie en condition stéréotaxique associe une grande innocuité pour le patient à une précision de l'ordre de quelques mm. Elle offre de multiples options au chirurgien ainsi elle permet :

- le prélèvement de tissu d'un point précis pour étude histologique et microbiologique (biopsie stéréotaxique à visée diagnostic)
- aspiration de structure kystique, hématome ou cavité d'abcès.
- mise en place de drains temporaires ou permanents, de cathéters.
- précise l'orientation des instruments de cérébroscopie et localisation ou guide vers une cible peropératoire.

Tout fragment recueillis par cette technique fera l'objet d'un examen anatomo-pathologique, ce que nous détaillerons dans le chapitre suivant.

IV. ETUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE DES PROCESSUS INTRACRANIENS :

1. Le but de l'examen histopathologique

Il a pour finalité d'établir le type et le grade des tumeurs gliales mais aussi, la recherche de métastase, lymphomes ou autres types de tumeurs ou de lésions non tumorales.

Le type d'une tumeur repose sur la mise en évidence du type cellulaire qui la compose et le grade est basé en général sur une sommation de caractères morphologiques péjoratifs (mitoses, atypies, nécrose par exemple).

Les tumeur pourra ainsi être classée, comme nous l'avons déjà vu, en fonction de la classification de l'OMS (voire d'autres classifications).

1. LE TYPE DE PRELEVEMENT

La biopsie en condition stéréotaxique permet le recueil d'un fragment de petite taille, de ce fait, et pour être représentatif de la lésion, celui-ci devra être bien ciblé. Un prélèvement nécrotique est rarement informatif.

La multiplicité des fragments biopsiques augmente les chances d'avoir un diagnostic histopathologique mais ceci ne devra pas augmenter la morbidité liée au geste.

Il est vivement souhaitable que l'anatomopathologiste ait connaissance du dossier clinique, des caractéristiques à l'imagerie d'une lésion. En effet, en matière de tumeurs intracrâniennes, l'imagerie constitue en quelque sorte l'examen macroscopique qui fait défaut du fait de la petite taille du prélèvement.

Le conditionnement du prélèvement :

→ Les fragments recueillis seront traités selon l'une des méthodes suivantes :

- les étalements ou « smears » permettent une bonne analyse cellulaire. Ils sont utilisés lors de l'examen extemporané.
- les coupes à congélation pourront également avoir un intérêt dans le cadre des biopsies extemporanées.
- la fixation dans du formol tamponné pour l'étude histopathologique conventionnelle. Le bouin est à éviter, celui-ci provoque une altération du matériel génétique ce qui empêchera la réalisation d'une étude cytogénétique ultérieure.
- la fixation dans la glutaraldehyde à 2,5% pour une étude en microscopie électronique (souvent utile dans le cas des tumeurs de l'enfant)
- la congélation pour d'éventuelles études en biologie moléculaire ou la mise en évidence de certains antigènes.
- un prélèvement frais en condition stérile pour la cytogénétique si celle-ci est réalisable pourra également être effectué

→ La coloration la plus utilisée est : HES (hématoxyne éosine safran), parfois on a recours à certaines colorations spéciales.

→ L'étude immunohistochimique fait appel à certains marqueurs :

- **GFAP** : marqueur astrocytaire
- **MAP-2** : marqueur oligodendroglial
- **NF, Synaptophysine** : marqueur neuronal
- **Ki 67**: marqueur de prolifération

RESULTATS ANATOMO-PATHOLOGIQUES :

Nous nous limiterons à l'étude des processus intracrâniens les plus rencontrés dans notre série (voir résultats plus loin), il s'agit des tumeurs gliales, des métastases, des lymphomes et des tuberculomes.

a. TUMEURS GLIALES :

Il convient d'opposer les gliomes infiltrants (diffus) qui peuvent être bénins ou malins aux gliomes circonscrits qui sont toujours bénins, et dont l'exérèse totale peut guérir le patient.

➤ les gliomes infiltrants

En fonction du type cellulaire, on distingue :

- les astrocytomes
- les oligodendrogliomes
- et les gliomes mixtes

Notons que les ependymomes siègent généralement au niveau médullaire, rarement en intracrânien et seront alors exclus de ce chapitre.

LES ASTROCYTOMES

→ Macroscopiquement : il s'agit de

- Tumeurs infiltrantes + + +, mal limitées
- Consistance variable, ferme ou gélatineuse
- Siège de remaniements : kystiques, hémorragiques, nécrotiques
- Localisation variable

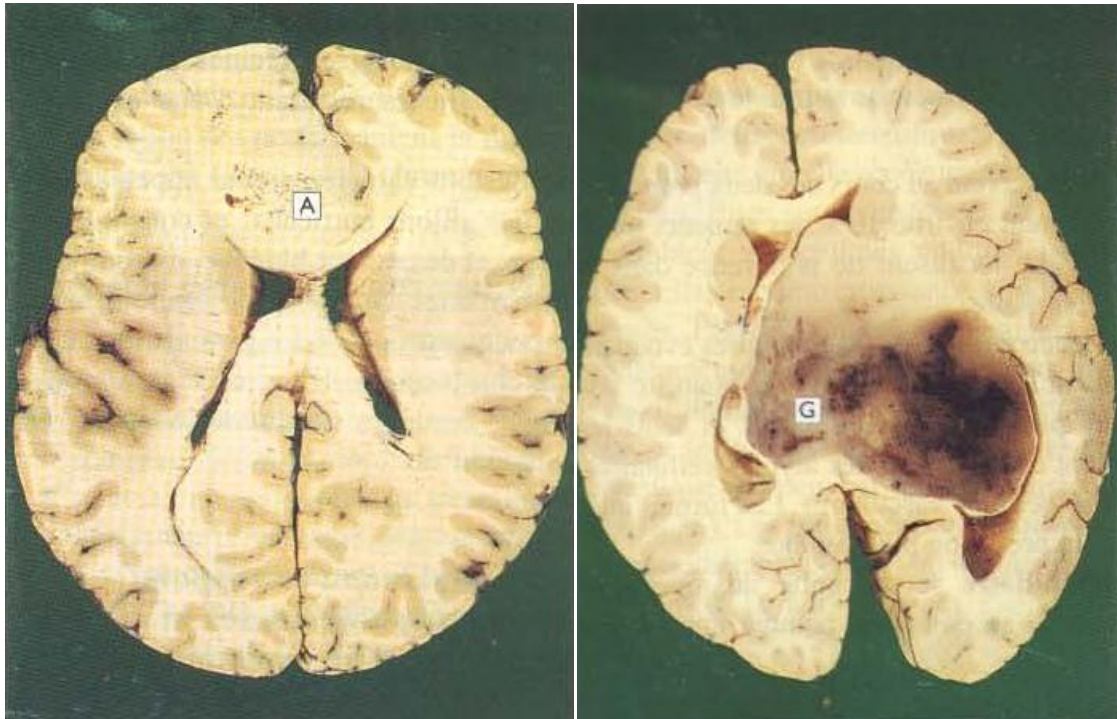


Figure n° 34 : Deux tranches de cerveau montrant [27] :

A : un astrocytome de bas grade qui a pris naissance dans le lobe frontal et qui déforme le tissu cérébral voisin.

G : un volumineux glioblastome prenant naissance dans l'un des hémisphères cérébraux et envahissant le système ventriculaire. Tumeur associée à des lésions nécrotiques et hémorragiques.

➔ Histologie :

Les astrocytomes sont formés par des cellules astrocytaires : d'aspect étoilé, avec de multiples prolongements donnant l'image d'un fond fibrillaire

En fonction de l'existence :

- 1) d'atypies cytonucléaires,
- 2) de mitoses
- 3) d'une prolifération de vaisseaux appelée prolifération endothélocapillaire
- 4) de nécrose

Ils seront, schématiquement, gradés en :

- grade II (1 ou 0 critère)
- grade III : astrocytome anaplasique (2 critères)
- grade IV : glioblastome (3 ou 4 critères).

	Différenciation	Densité cellulaire	Atypies nucléaires	Activité mitotique	Nécrose	Prolifération vasculaire
Astrocytomes Diffus Grade II -fibrillaire -gémistocytique -protoplasmique	Haut degré de différenciation	Modérée	Occasionnelles	Absente ou 1 mitose	Absente	Absente
Astrocytomes anaplasiques Grade III	Anaplasie focale ou dispersée	↑ focale Ou diffuse	Présentes	Présente	Absente	Absente
Glioblastomes Grade IV	Faible	Elevée	Marquées	Marquée	Présente	Présente

Tableau n° 6: grading OMS des astrocytomes infiltrants

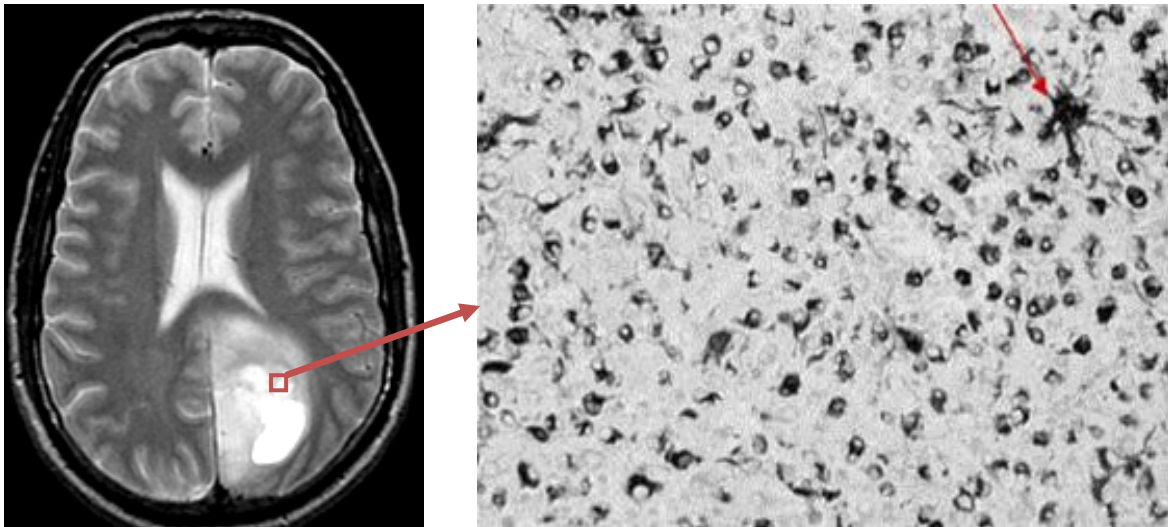
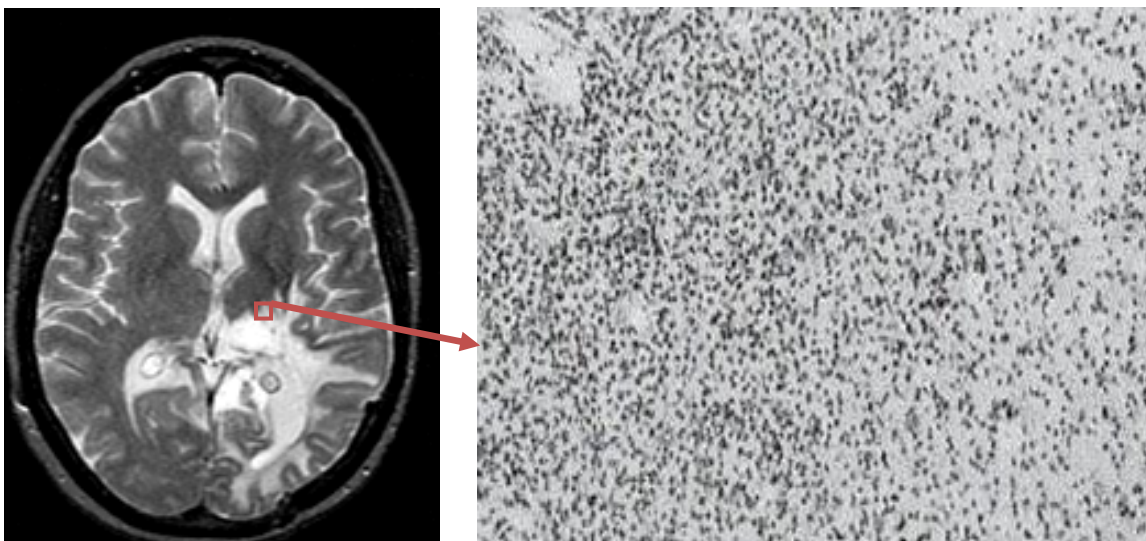
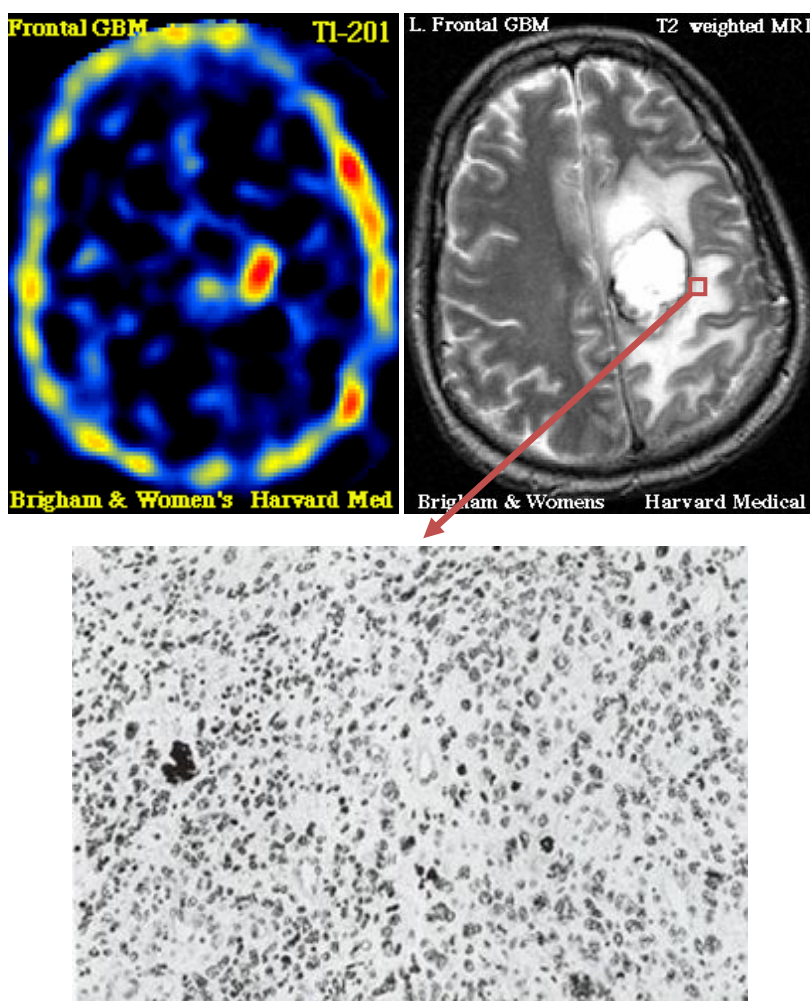


Figure n° 35 : Résultat anatomo-pathologique d'une biopsie stéréotaxique :
image en microscopie optique (x200) montrant cellularité modérée, sans mitoses ni
nécrose, avec image d'atypie cytonucléaire (flèche) : 1 seul critère
→ Évoquant un astrocytome (Grade II)



Résultat anatomo-pathologique d'une biopsie stéréotaxique :
image en microscopie optique (x50) montrant une cellularité diffuse, mitoses, atypie
cytonucléaire, pas de nécrose et pas de prolifération endothélocapillaire : 2 critères
→ Évoquant un astrocytome anaplasique (Grade III)



Résultat anatomo-pathologique d'une biopsie stéréotaxique :

image en microscopie optique (x200) montrant prolifération cellulaire diffuse, siège de mitoses, atypie cytonucléaire, nécrose sans prolifération endothélocapillaire : 3 critères
→ Évoquant un glioblastome (Grade IV)

NB : La biopsie a intéressé une zone à fort métabolisme cellulaire mise en évidence à la TEP

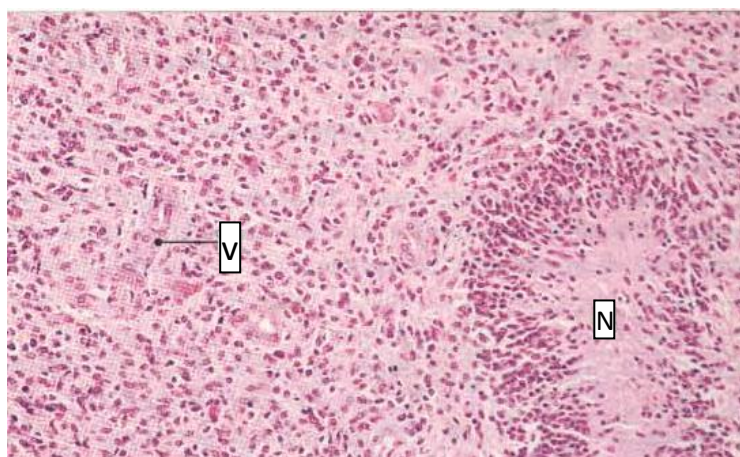


Figure n° 36 : Image en microscopie optique (x50) montrant [27]:
Cellularité polymorphe, avec nécrose (N) et prolifération endothélocapillaire (V)

→ Immunohistochimie :

Les astrocytomes se caractérisent par un marqueur qui peut être mis en évidence en immunohistochimie : la GFAP (protéine gliofibrillaire acide).

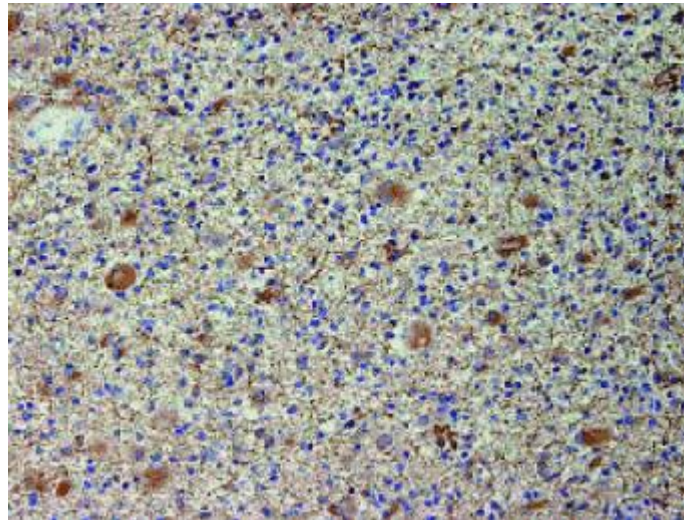


Figure n° 37 : Immunohistochimie (au GFAP) d'un astrocytome anaplasique (Grade III) : population cellulaire polymorphe, exprimant majoritairement le GFAP et présence de multiples mitoses [28]

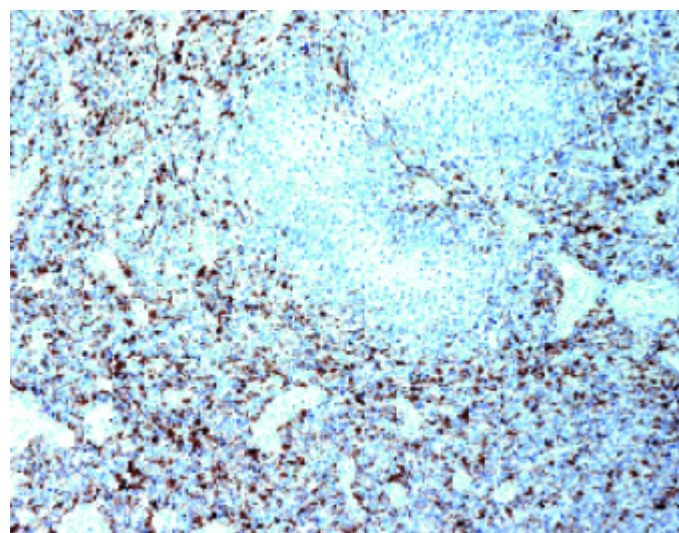


Figure n° 38 : Immunohistochimie (au GFAP) d'un glioblastome (Grade IV) : population cellulaire polymorphe, exprimant en partie le GFAP et présence de nécrose avec prolifération de cellules tumorales en pseudopalissades et prolifération microvasculaire pathologique. [28]

LES OLIGODENDROGLIOMES

Sont constitués d'oligodendrocytes qui typiquement sont constitués de cellules à noyaux arrondis et à halo clair périnucléaire. La vascularisation est souvent d'aspect endocrinoïde. Dans certains cas, l'aspect cytologique caractéristique peut manquer et les tumeurs confondues avec des astrocytomes. Pour certains auteurs (Daumas-Duport), les astrocytomes de grade II et III n'existeraient pas et seraient des oligodendrogliomes. Selon l'OMS, les oligodendrogliomes sont de grade II (bénins) ou III s'il existe des mitoses de la nécrose et une prolifération endothélocapillaire. Selon Daumas-Duport, ils sont gradés en A (absence d'hyperplasie endothéliale et absence de prise de contraste à l'imagerie) ou B hyperplasie endothéliale et/ou prise de contraste à l'imagerie).

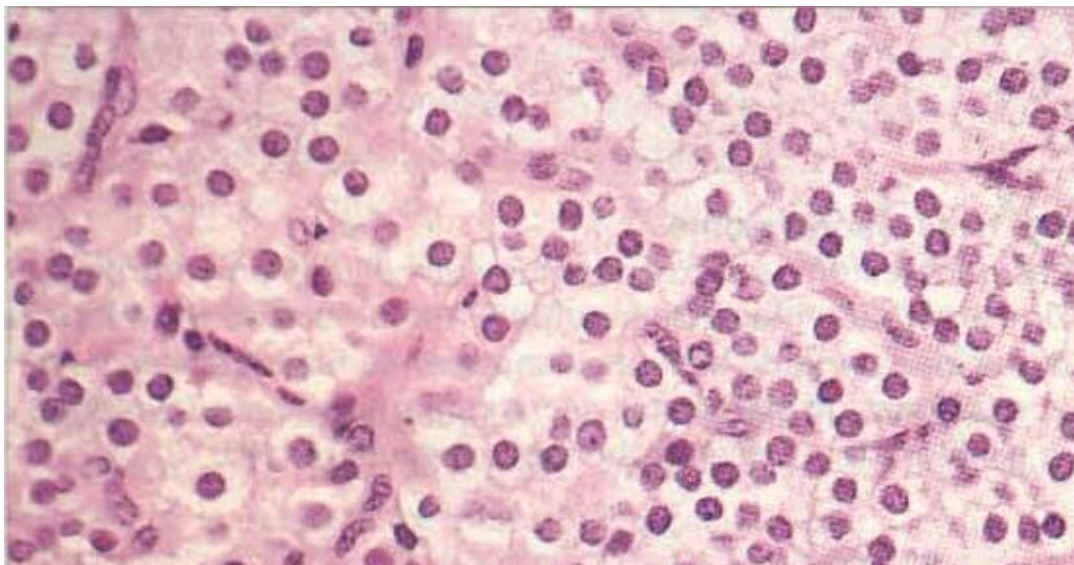


Figure n° 39 : Image en microscopie optique (x200) montrant :
cellules à noyaux arrondis entourés d'un cytoplasme vacuolaire.

→ Évoquant un oligodendrogliome

[27]

LES GLIOMES MIXTES

Peuvent être de diagnostic difficile ; ils sont constitués d'une population mixte d'astrocytes et d'oligodendrocytes dont le nombre respectif peut varier. Ils peuvent être de grade II ou III (oligoastrocytome anaplasique).

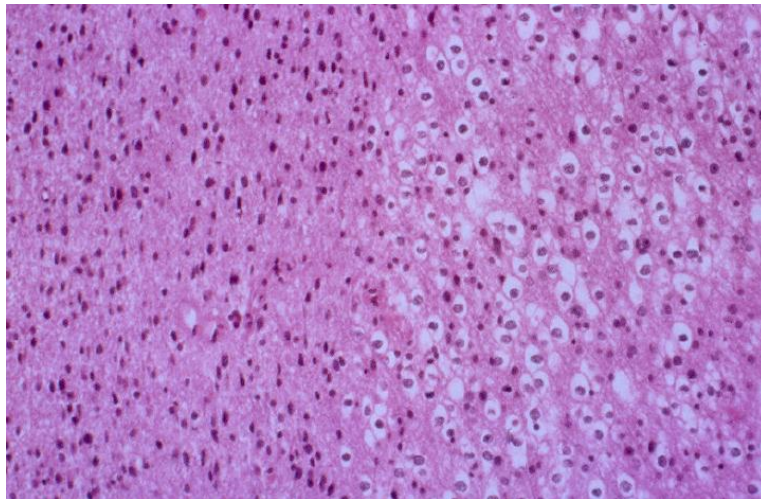
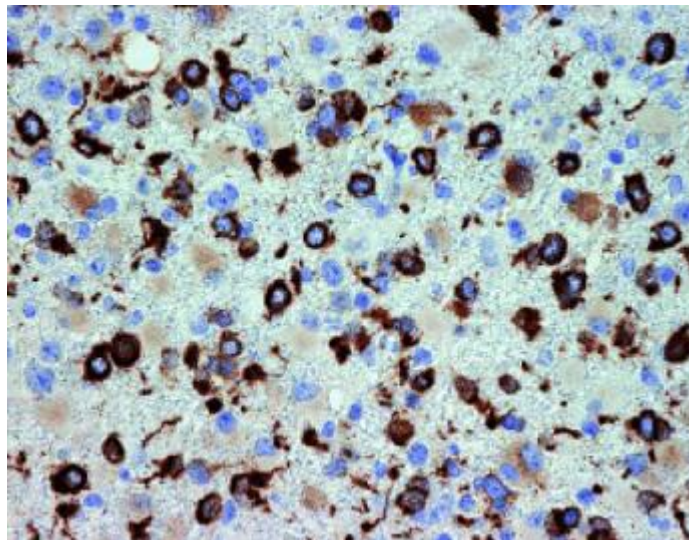


Figure n° 40 : Oligo-astrocytome :
à droite : composante oligodendrocytaire
à gauche : composante astrocytaire
[27]



Immunohistochimie (au MAP-2) d'un oligoastrocytome mixte, grade II, montrant :
deux populations cellulaires distinctes avec composante oligodendrogliale montrant une accumulation concentrique périnucléaire de MAP-2 et composante astrocytaire avec cytoplasme abondant, sans expression de MAP-2

[28]

➤ LES GLIOMES CIRCONSCRITS :

Ils sont dominés par l'astrocytome pilocytique qui survient essentiellement chez l'enfant. Les cellules sont allongées, bipolaires, d'aspect piloïde ou au contraire, rondes, pseudooligodendrogiales.

Des fibres de rosenthal et corps granuleux sont présents. La vascularisation est riche d'où la prise de contraste à l'imagerie.

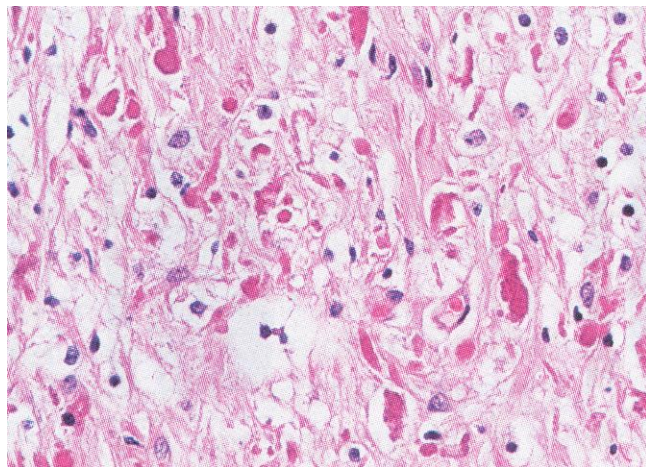


Figure n° 41 : Astrocytome pilocytique [27]

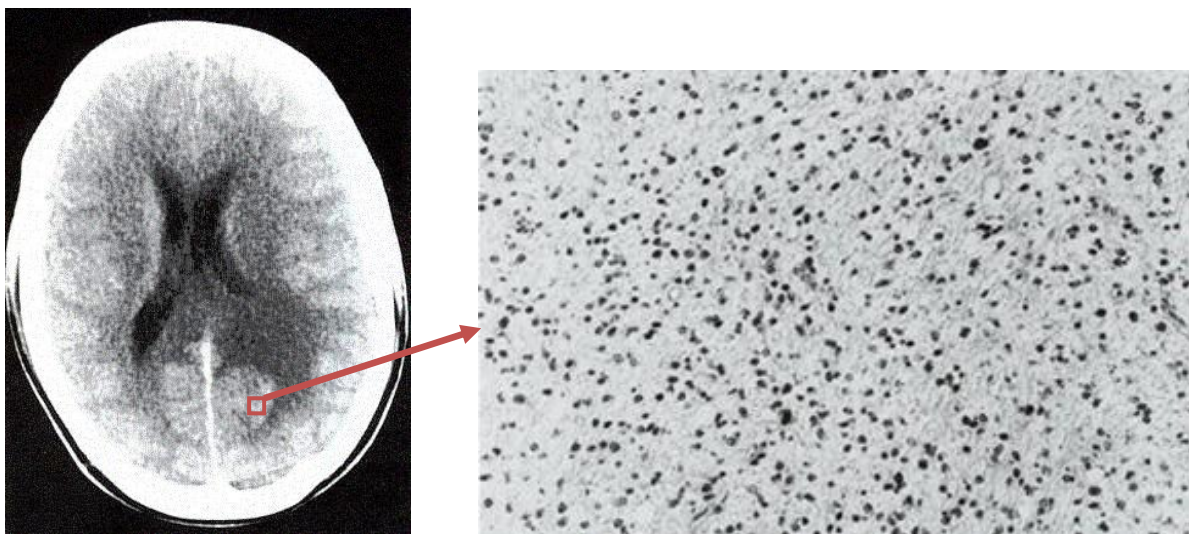


Figure n° 42 : Résultat anatomo-pathologique d'une biopsie stéréotaxique montrant :
tumeur peu cellulaire, petits noyaux réguliers, sans mitoses ni nécrose.
→ Évoquant un astrocytome grade I

b. Métastases

Occupent la 2^{ème} position après les tumeurs gliales. Leur incidence est en augmentation en raison de l'allongement de la durée de vie des patients atteints de cancer, et de l'augmentation d'incidence de certaines tumeurs (notamment bronchiques).

Les sites tumoraux primitifs par ordre de fréquence sont :

- Broncho-pulmonaire
- Mammaire
- Cutané (mélanome)
- Digestif
- Rein
- Hémopathie

Se localisent préférentiellement au niveau des hémisphères cérébraux, particulièrement à la jonction substance grise/substance blanche.

Si l'apparition de lésions cérébrales multiples chez un patient porteur d'un néoplasme connu est très évocatrice d'une localisation secondaire, deux situations posent un problème diagnostique et nécessitent la réalisation d'une biopsie cérébrale, à savoir :

- Lésion cérébrale unique : s'agit-il d'une localisation secondaire ou d'une tumeur primitive ?
- Pas de néoplasme systémique connu : la lésion cérébrale est-elle révélatrice d'un néoplasme dont le primitif devra être recherché ?

→ Macroscopiquement :

- uniques ou multiples+++
- nodules bien circonscrits de taille variable
- si petites et diffuses: encéphalite métastatique diffuse



Tranche d'un cerveau montrant : l'aspect macroscopique d'une métastase cérébrale d'un cancer broncho-pulmonaire (nodules unique bien circonscrit) [27]

→ Histologie :

Reproduisent plus ou moins fidèlement l'aspect de leur cancer d'origine.

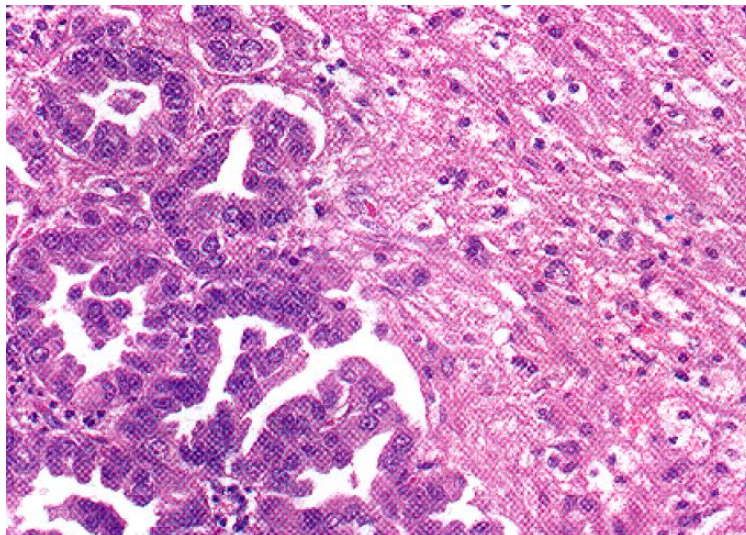


Figure n° 43 : Métastase cérébrale d'un adénocarcinome [27]

à gauche : adénocarcinome

à droite : tissu cérébral normal

c. LYMPHOMES DU SNC :

Prolifération de cellules lymphoïdes sous forme de nodules et de groupements périvasculaires.

Leur classification est identique à celle des L.M.N.H périphériques.

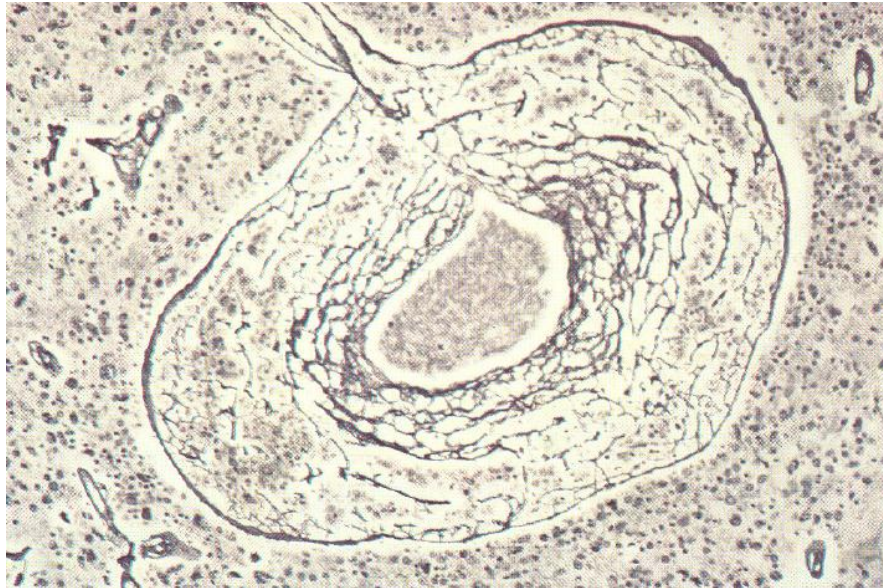


Figure n° 44 : LMNH, réseau réticulinique périvasculaire [27]

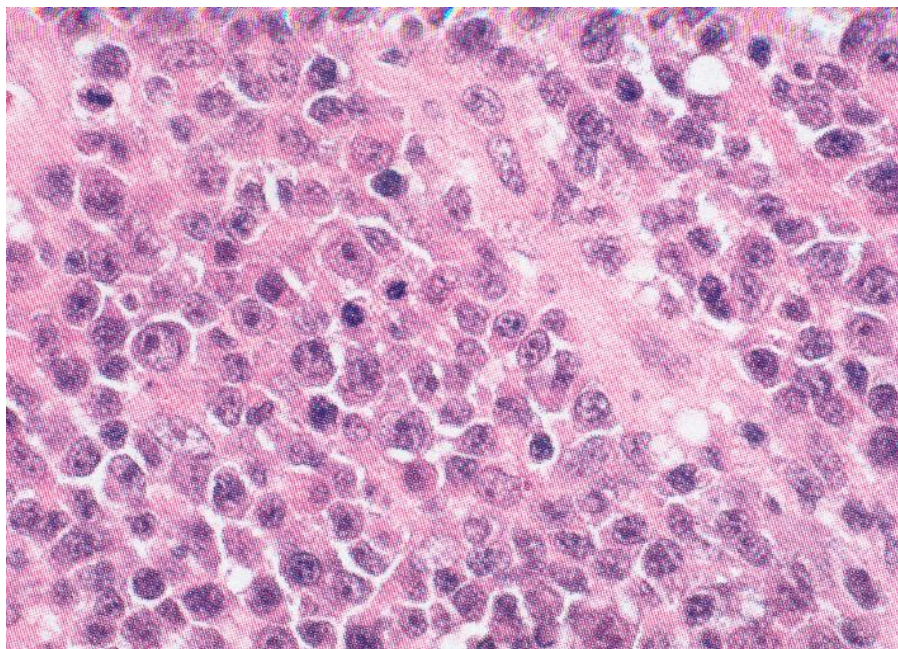


Figure n° 45 : LMNH [27]

d. Tuberculomes :

Deux lésions élémentaires sont caractéristiques :

- La nécrose caséuse : substance éosinophile, craquelée, granuleuse ou homogène pouvant être complète ou incomplète avec persistance de quelques débris nucléaires.
- Le follicule de Koster comporte :
 - un foyer central de nécrose caséuse,
 - une bordure palissadique de cellules épithélioïdes et de
 - cellules géantes de type Langhans,
 - une couronne lymphocytaire périphérique.

Ce follicule peut être de taille variable, simple ou parfois polycyclique par confluence de plusieurs follicules.

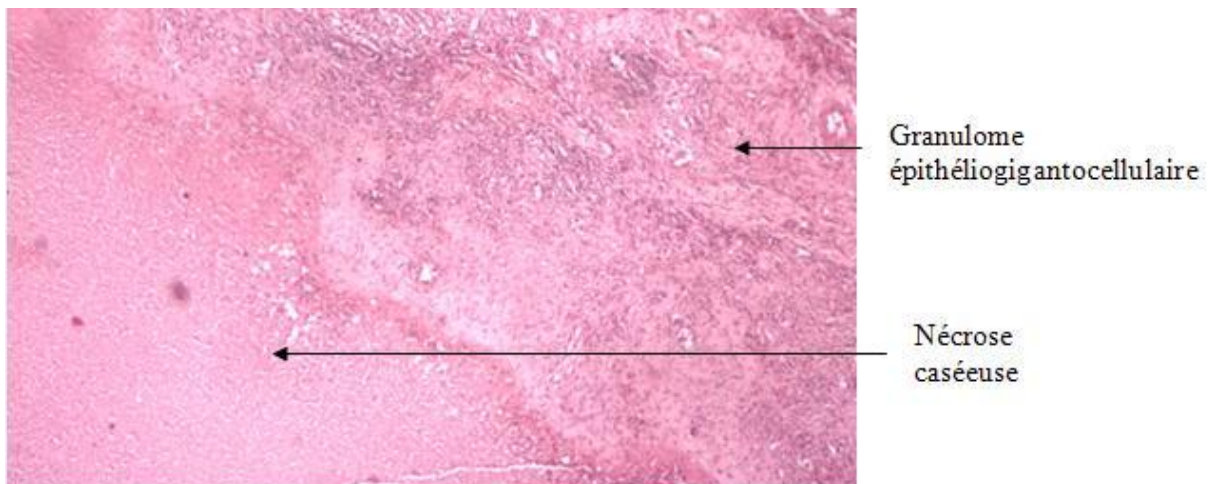


Figure n° 46 : aspect histologique d'un tuberculome [27]

V. PROCESSUS INTRACRANIENS DE NATURE NON TUMORALE :

1. tuberculome

abcès cérébral

hématome

forme pseudo-tumorale d'une pathologie inflammatoire :

(sclérose en plaques, neurosarcoïdose, neurobehçet,...)

malformation artérioveineuse

kyste hydatique

LA STEREOTAXIE

I. PRINCIPES DE BASE DE LA STEREOTAXIE :

L'application de toute intervention stéréotaxique nécessite une définition de la cible et ceci dans des conditions stéréotaxiques précises facilitée actuellement par les moyens d'imagerie moderne (TDM, IRM).

1. DEFINITION DE LA CIBLE :

Le repérage de la cible à biopsier fut, dans un premier temps, neuroradiologique. L'opacification du système ventriculaire permet la reconnaissance des lésions médianes. L'angiographie visualise la tumeur de façon directe (néovascularisation) ou indirecte (vide ou déplacement vasculaire).

C'est à l'évidence le développement de l'imagerie moderne (TDM, IRM) ainsi que les techniques d'imagerie multimodale qui a permis une meilleure définition quantitative et qualitative de la cible. Ils permettent en effet de préciser [29]:

- Le volume et la forme de la **masse tumorale**
- Le volume et la forme de **l'espace environnant**, œdémateux ou infiltré.
- Les zones privilégiées (**cible**) où le biopseur aura le maximum de chance de prélever un spécimen histologiquement significatif de la tumeur. (En pratique, il est confirmé que la cible la plus sûre du point de vue neuropathologique est celle qui est rehaussée par le produit de contraste)
- Le choix de la **trajectoire** tout en évitant les axes vasculaires et si possible les zones hautement fonctionnelles.

ATTEINTE DE LA CIBLE :

L'atteinte de la cible nécessite certaines étapes essentielles [30, 31] :

- Fixation au crâne de l'appareil stéréotaxique qui guidera l'outil.
- Définition radiologique de la situation de la cible dans les trois plans de l'espace par rapport à l'appareil utilisé, et orientation convenable du guide-outil.
- Calcul des coordonnées de la cible.
- Descente de l'outil vers la cible à l'aide de l'appareillage guide grâce à un petit orifice fraisé dans la voûte, ou grâce à un trou de trépan conventionnel.
- Réalisation de la biopsie.

Différentes voies d'abord sont utilisées :

- La voie coronale
- La voie occipitale
- La voie latérale
- La voie transphénoïdale

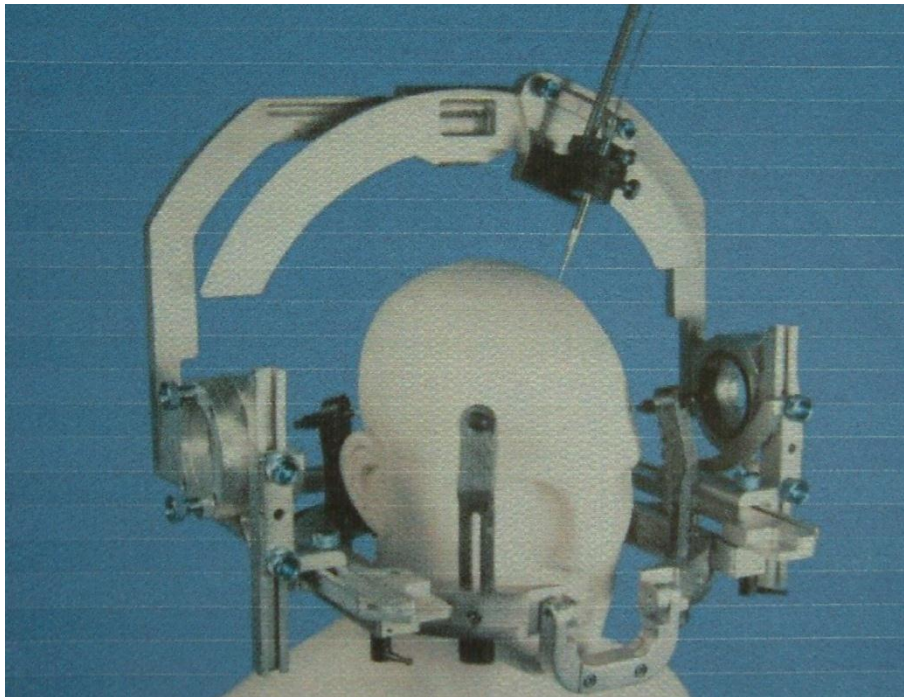


Figure n° 47 : la voie d'abord coronale

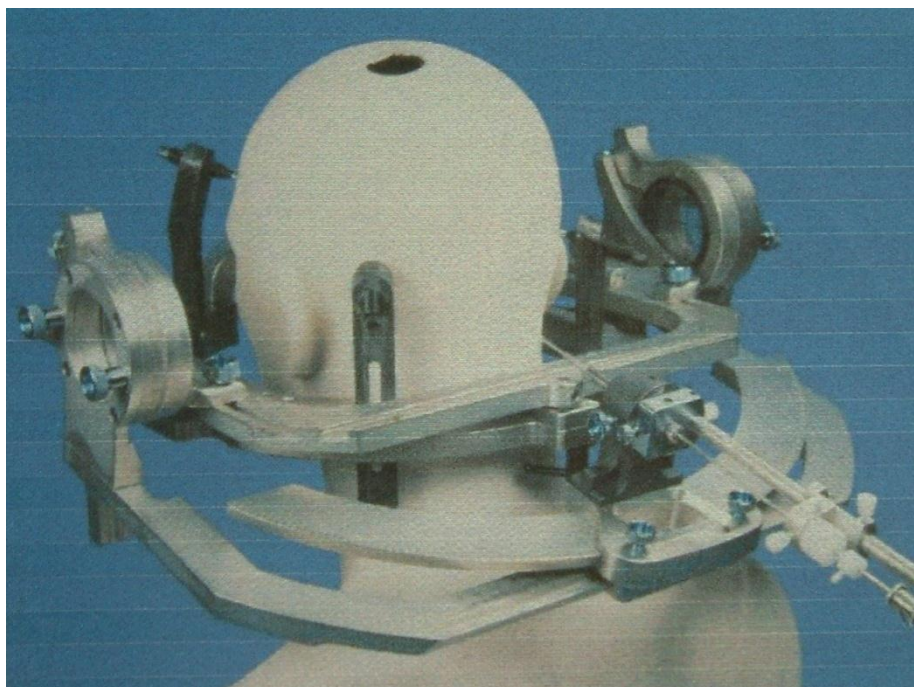


Figure n° 48 : la voie d'abord occipitale

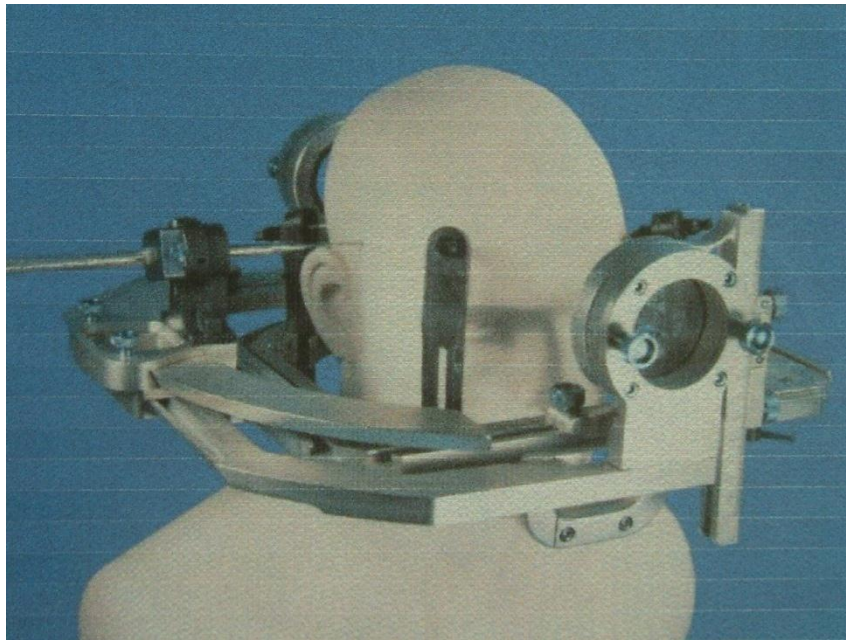


Figure n° 49: la voie d'abord latérale

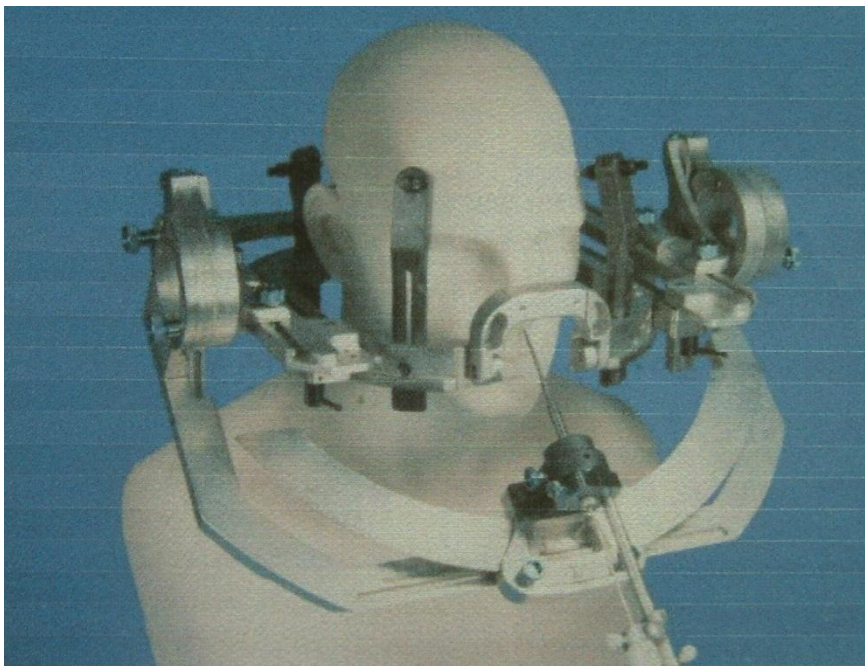


Figure n° 50 : la voie d'abord transphénoïdale

II. MATERIEL DE BIOPSIE STEREOTAXIQUE :

1. APPAREILS STEREOTAXIQUES :

L'incertitude des repères osseux par rapport aux formations encéphaliques a conduit à abandonner les appareillages fixés au crâne en fonction de tels repères et guidant sur ces seuls critères de fixation, l'outil vers la cible.

Le développement de la chirurgie pallidale et thalamique (cure des mouvements anormaux) a suscité l'invention d'appareillages simples, créés en fonction des cibles et de leur voies d'abord stéréotypées, on peut donc opposer les appareils destinés essentiellement à un seul type d'intervention à ceux qui autorisent des interventions de types divers et dont le nombre est de plus en plus étendu.

a. Appareils destinés essentiellement à une intervention stéréotypée (le plus souvent cure de dyskinésie) :

On distingue schématiquement trois types, mais, ils sont moins utilisés actuellement du fait du développement de nouveaux appareils plus adaptés.

➤ Les goniomètres (GROS, WALKER, ETNI, LAPRAS) :

Ils ont pour principe commun la fixation par vissage dans la voûte du crâne d'un statif circulaire, centré par un trou de trépan, supportant un système de rotules ou des sextants porte guide, orientable en tous sens qui, après blocage en bonne position permettra d'introduire vers la cible, au travers du trou de trépan, l'outil intracérébral.

➤ Les cadres fixes (TOOD, WELLS, C₁ BERTRAND) :

Ces cadres ont pour principe commun un statif fixe dans lequel est introduite, puis fixée à la tête du patient, en position couchée, le guide-outil, coulissant sur le statif est orienté vers la cible à travers d'un trou de trépan.

➤ Les casques cimiers (GUIOT, ASENJO) :

Ils ont pour principe commun, leur fixation au crâne par vissage, dans le plan de la ligne médiane du cerveau d'un statif en forme de cimier, sur lequel coulisse perpendiculairement à lui, un axe qui porte et guide l'outil.

b. Appareils destinés à des interventions diverses :

➤ Appareil à arc :

Pratiquement, tous ces cadres sont compatibles avec le champ magnétique de l'IRM, les plus connus sont ceux de LEKSELL, REICHERT et BROWN - ROBERTS - WELLS (BRW ou RADIONICS), ils permettent l'introduction de l'outil vers n'importe quelle cible intracrânienne.

➤ Appareils quadrangulaires (SPIEGEL et WYCIS, TALAIRACH) :

Ils consistent en une fixation crânienne d'un cadre rectangulaire rigide, dégageant totalement le crâne reposable ultérieurement en même position, il sert de support, non limitatif, à de nombreux guide-outils, permettant la descente simultanée de multiples outils vers de multiples cibles, sous des angles divers, ils permettent des opérations d'une grande variété en tout lieu intracérébral.

CADRES STEREOTAXIQUES :

De nombreux instruments stéréotaxiques ont été fabriqués. Chaque système reflète des besoins précis d'un chirurgien pour des applications spécifiques. Nous citerons ici les principaux cadres adaptés à la TDM et à l'IRM, les plus disponibles au marché sont :

a. Système de Leksell :

Il consiste en un cadre cubique avec des échelles X, Y, Z inscrites sur les éléments verticaux et horizontaux, le cube est attaché au crâne du patient par quatre vis, un cadran arqué mobile est attaché au cube et qui bouge avec trois degrés de liberté, de sorte que son centre est placé sur le point cible intracrânien. Les sondes sont dirigées par un système monté perpendiculairement à la cible du cadran arqué, et peuvent être dirigées à partir de n'importe quel angle d'approche horizontal et vertical sur le cadran arqué pour atteindre la cible intracrânienne située en son centre.

Des vis marquées fixent le cadre au niveau des trous percés dans le crâne, ceci permet un repositionnement précis du cadre à un moment ultérieur.

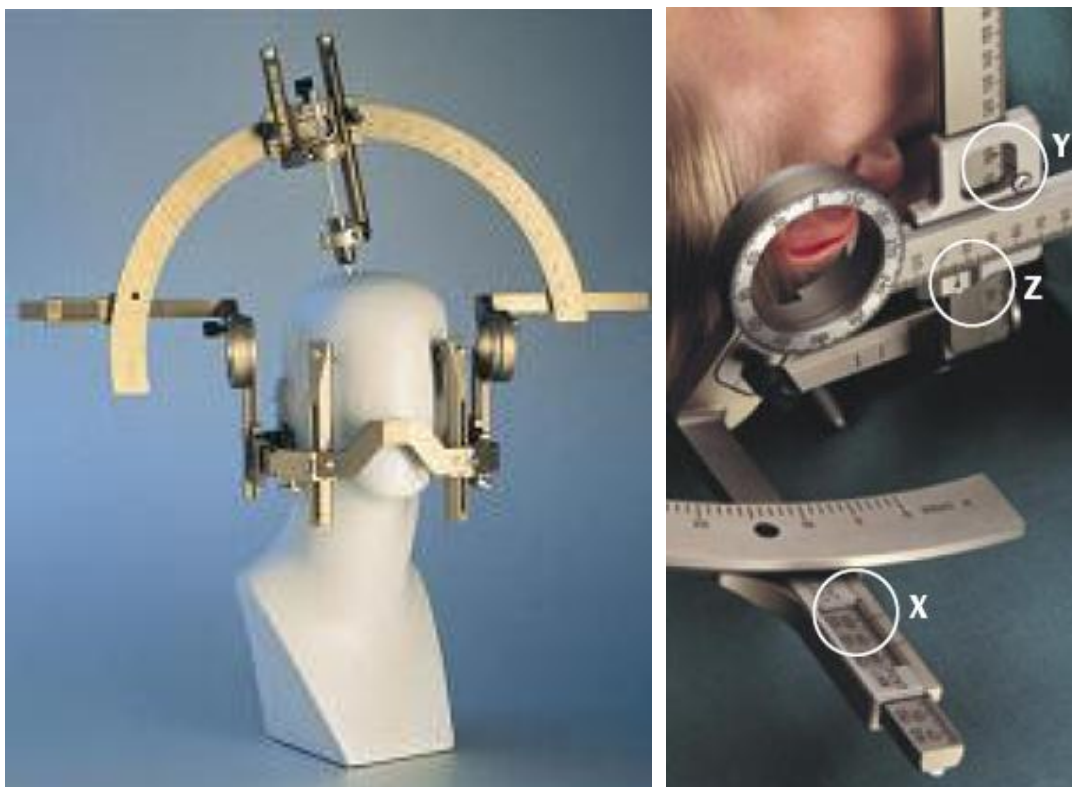


Figure n° 51 : Cadre stéréotaxique de Leksell

b. Système de Brown -Roberts-Wells (BRW ou radionics) :

C'est un système de guidage en forme d'arc constitué d'une base ou statif qui sera fixée au crâne du patient, ainsi qu'un porte-guide orientable supportant le guide au travers duquel coulisse l'outil vers la cible repérée radiologiquement.

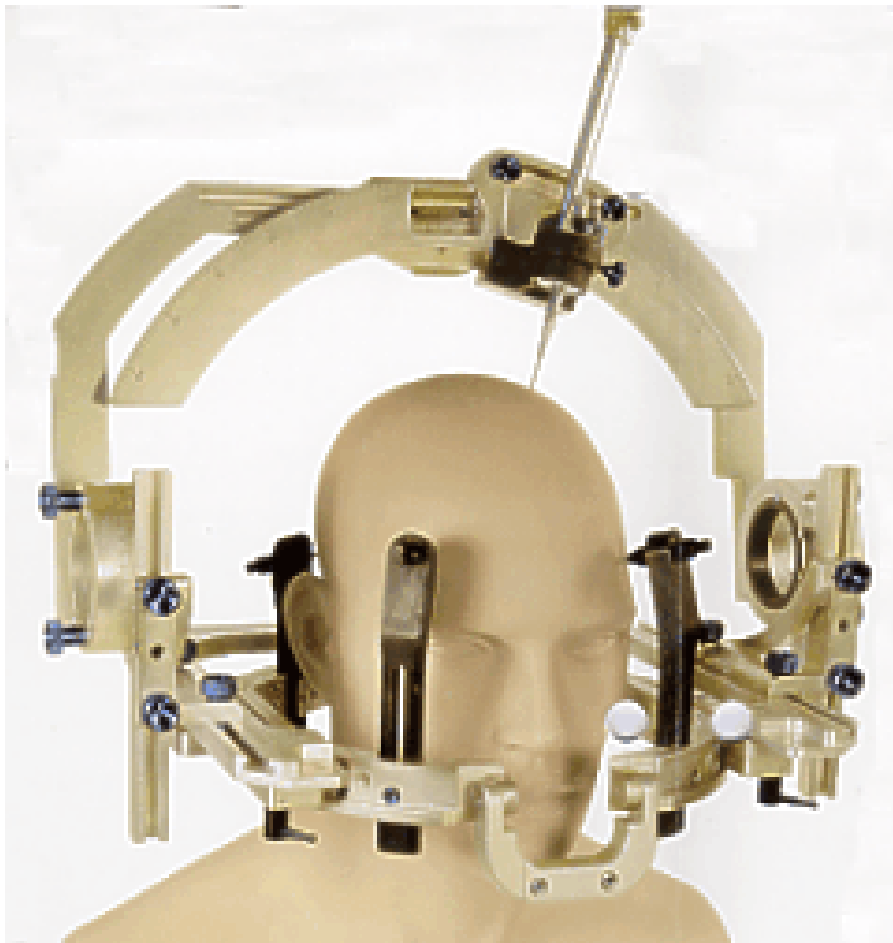


Figure n° 52 : cadre RADIONICS

c. Cadre de Laitinen :

C'est un cadre léger, qui peut être fixé de façon non sanglante et facilement repositionné. La précision du système n'est pas supérieure par rapport à celle des cadres « classiques », mais elle apparaît suffisante pour permettre la biopsie de lésions dont le diamètre est supérieur à 3cm.

Ce système facile à mettre en œuvre, paraît utile en cas où une biopsie en urgence est indiquée (doute diagnostique entre un abcès et une tumeur).

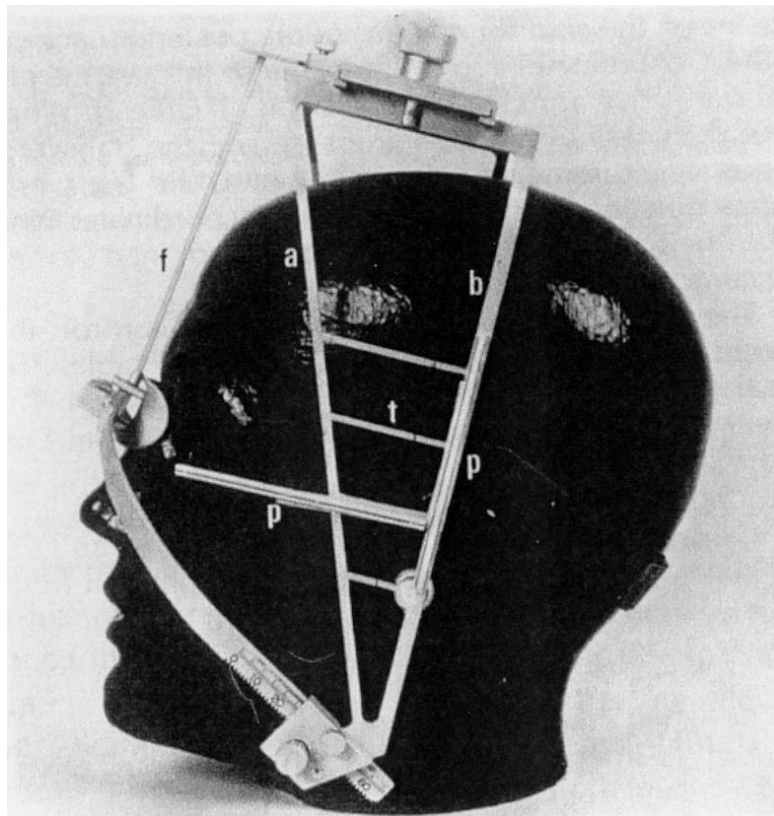


Figure n° 53 : Disposition du casque de Laitinen (D'après LAITINEN 1987)

d. Autres cadres : (cf. chapitre : historique)

OUTILS STEREOTAXIQUES :

De nombreux instruments ont été proposés pour réaliser la biopsie stéréotaxique, on peut schématiquement décrire trois types :

a. TROCART DE BIOPSIE :

Le plus utilisé actuellement est le trocart aspiratif de SEDAN [33], son diamètre externe est de 2,5mm, il permet d'effectuer des prélèvements cylindriques d'environ 2mm de diamètre et de 5 à 10mm de long, la quantité du tissu ainsi prélevée est habituellement suffisante pour établir un diagnostic histologique.

b. PINCE A MORCELER :

D'un diamètre de 2mm (exemple: pince de REICHERT). Cette pince a l'inconvénient de refouler en s'ouvrant, d'arracher en pinçant. Elle a l'avantage de permettre la biopsie des tumeurs de consistance ferme.

c. RESSORT SPIRALE :

Il possède un mandrin dont l'extrémité est en forme de tire-bouchon, le prélèvement est réalisé en introduisant cette extrémité dans la tumeur et on tourne le mandrin sur lui même, mais les prélèvements sont de petite taille et plus difficiles à interpréter.

III. DEROULEMENT D'UNE BIOPSIE STEREOTAXIQUE :

1. Fixation du cadre stéréotaxique :

La technique de BST est menée sous Anesthésie locale dans la plupart des cas, parfois sous Anesthésie générale (profil psychologique particulier, enfant).

Le patient est en décubitus dorsal dans la majorité des cas, où l'abord est précoronal. Généralement, sauf dans le cas de lésions occipitales où l'abord sera pariétal postérieur en décubitus ventral.

Puis le cadre sera fixé à la tête par des points métalliques de façon solidaire.

Prise du cliché TDM ou IRM : cadre en place :

Une fois le cadre en place, le casque en plexiglas, permettant le calcul des coordonnées de la cible, sera fixé sur ce dernier, l'ensemble sera emboîté sur l'adaptateur au scanner TDM ou à l'IRM.

C'est à ce moment que l'injection du produit de contraste est réalisée (iode ou Gadolinium) et des coupes TDM ou IRM seront réalisées au niveau de la lésion.

Calcul des coordonnées :

Grâce à la coupe TDM ou IRM réalisée, cadre en place, où le point cible a été choisi, le calcul des coordonnées X, Y, Z est réalisé grâce aux signaux du casque en plexiglas inscrits sur TDM ou IRM.

(Z : coordonnées de hauteur, X : coordonnée de latéralité, Y : position dans le sens antéro-postérieur).

Le neurochirurgien monte le porte-instrument à arc sur le cadre en fixant les différentes pièces selon les côtés : Z, Y et X puis les deux angulations préalablement calculées.

Trépanation :

Après avoir choisi l'outil pour la réalisation de la biopsie, la voie d'abord dépendra du site de la lésion à biopsier. La voie coronale est la plus utilisée. Les voies occipitales, latérale et transphénoïdale peuvent également être utilisées.

Le neurochirurgien réalise une incision punctiforme du Scalp par l'intermédiaire d'un trocart à incision puis une trépanation est alors réalisée au moyen d'une perceuse électrique. L'épaisseur de la voûte crânienne sera préalablement jugée par le chirurgien, et une butée sera adaptée à la mèche pour éviter une lésion de la dure-mère.

Introduction de l'outil :

Après ouverture de la dure-mère, le biopseur sera introduit progressivement et de façon atraumatique vers la cible, qui sera atteinte une fois l'outil arrêté par la butée du porte-outil.

Le trajet du biopseur devra être dans la zone la moins dangereuse et la moins fonctionnelle, qui permet la réalisation d'un repérage si un acte chirurgical à ciel ouvert sera secondairement indiqué (127).

Prélèvement :

Avant la réalisation de la biopsie stéréotaxique, un contrôle radiologique du profil biopseur en place vérifiera son bon positionnement.

La BST pourrait ne comporter qu'un seul prélèvement au cours d'un seul trajet, cela impose une définition prébiopsique parfaite de la zone tumorale la plus suspecte.

Et pour augmenter les chances du diagnostic histologique, il est recommandé d'effectuer plusieurs prélèvements histologiques (3 prélèvements en moyenne), ceci peut être réalisé en effectuant plusieurs prélèvements au niveau du même site de biopsie, en faisant simplement tourner le trocart sur lui même à chaque fois [34] : prélèvement en «rosette».

Les prélèvements peuvent être étagés le long de la trajectoire en laissant un intervalle de 2mm entre chaque site de biopsie.

Cette technique de biopsies étagées (en général : 3 sites de biopsie ou plus), est plus dangereuse si la forme de la lésion est très irrégulière, le risque étant de faire porter un prélèvement au niveau de la limite externe de la lésion,

au voisinage des vaisseaux; il est recommandé dans ce cas d'effectuer une artériographie stéréotaxique.

L'examen histologique extemporané est réalisé systématiquement pour certains auteurs (BENABID (8), APUZZO (6)), pour d'autres, il est réalisé uniquement dans certains cas précis (risque de biopsie «blanche» en cas de petite tumeur), un second fragment est prélevé pour l'examen histologique définitif.

Retrait de l'outil et du cadre stéréotaxique :

A la fin de l'intervention, il faudra assurer une bonne hémostase, retirer le biopseur, fermer le plan cutané et enfin dévisser les pointes métalliques pour retirer le cadre de la tête du patient.

IV. DIFFERENTS CHAMPS D'APPLICATION DE LA STEREOTAXIE :

Les applications de la neurochirurgie stéréotaxique sont multiples :

1. La biopsie stéréotaxique tumorale

Est le procédé le plus utilisé est indiquée dans les cas suivants :

- Lésions dont l'exérèse chirurgicale est discutable, la prévision de la nature et des limites de la tumeur pouvant aider à définir l'indication opératoire, il s'agit par exemple de grosses lésions infiltrantes sans effet de masse.
- Lésions inabordables par voie classique sans risque majeur, concernant essentiellement les lésions profondes.
- Lésions pouvant éventuellement bénéficier, sur le plan thématique, de geste stéréotaxique, il s'agit essentiellement de lésions tumorales kystiques.
- Lésions de nature mal définie, qui posent problème d'un traitement neurochirurgical ou radiothérapique, il s'agit principalement de lésions de la ligne médiane et singulièrement de la région piénale.

La stéréotaxie fonctionnelle :

➤ Les mouvements anormaux de la maladie de Parkinson :

Sur les fibres pallidothalamiques notamment sous la forme de lésion pallidale antérolatérale, puis au sein de l'anse lenticulaire et de la partie la plus interne du globus pallidus, mais en raison des résultats médiocres à l'égard du tremblement et d'un risque non négligeable de lésions au sein des structures de voisinage, telles que la capsule interne et les voies optiques, l'intérêt neurochirurgical s'est centré sur le noyau du thalamus.

La stimulation électrique préopératoire a été considérée comme essentielle lors de la définition de la cible, ainsi il a été démontré qu'une stimulation électrique à basse fréquence effectuée au sein du noyau ventrolatéral du thalamus peut accentuer voire même évoquer un tremblement ou d'autres mouvements involontaires controlatéraux, tandis qu'une stimulation à haute fréquence effectuée au sein d'une cible parfaitement repérée, provoque un arrêt complet et immédiat du tremblement que l'on peut d'ailleurs authentifier par enregistrement accélérométrique effectué au cours d'intervention.

➤ La douleur :

Les méthodes analgésiques par stimulation des cibles cérébrales profondes sont rendues possibles grâce aux techniques stéréotaxiques. Une possibilité de modifier le fonctionnement d'une structure cérébrale est maintenant représentée par la stimulation chronique des structures sous corticales, largement développée pour le traitement de certaines douleurs persistantes.

Chirurgie de l'épilepsie :

Grâce aux données anatomiques et fonctionnelles fournies par l'exploration stéréotaxique, l'acte chirurgical se trouve considérablement simplifié, le point d'entrée des électrodes permet d'identifier les limites de la cortectomie préalablement définie à partir d'une épine stéréotaxique.

Irradiation interstitielle :

L'efficacité de l'irradiation externe conventionnelle dans le traitement des tumeurs cérébrales est bien établie, la principale limitation de cette technique est la relative intolérance du tissu cérébral normal à l'irradiation limitant l'administration de doses potentiellement curatives.

L'irradiation interstitielle par implantation intratumorale d'une source radioactive contourne ce problème en permettant de délivrer de fortes doses d'irradiation dans un volume limité en préservant relativement le parenchyme cérébral avoisinant.

Hyperthermie focale :

L'hyperthermie est définie comme une élévation artificielle de température modérée comprise entre 41-48°C pendant une durée de 10 minutes à 4 heures. L'hyperthermie agit en altérant les protéines et les enzymes cellulaires. La dénaturation cellulaire est proportionnelle à l'amplitude de l'hyperthermie et à sa durée d'application, elle dépend également des tissus chauffés. Les travaux expérimentaux et cliniques ont montré qu'une hyperthermie de 44°C appliquée pendant 30 minutes ou de 43°C pendant une heure pouvait détruire les tumeurs cérébrales tout en préservant relativement le tissu cérébral adjacent. Les zones tumorales les plus sensibles à l'hyperthermie sont les régions peu ou mal vascularisées.

Cette technique est envisagée essentiellement dans les tumeurs cérébrales profondes difficilement accessibles à la chirurgie conventionnelle. L'introduction de sources thermiques au sein de la tumeur ne se conçoit qu'en utilisant les techniques stéréotaxiques.

Photochimiothérapie :

Elle repose sur la captation relativement sélective d'un agent photosensible par les tissus cancéreux, secondairement, cet agent photosensible va être excité par une radiation lumineuse de la longueur d'onde adaptée au spectre d'absorption lumineuse du sensibilisant. Cette irradiation va déclencher une série de modifications aboutissant à la production au sein du tissu irradié qui a fixé le sensibilisant, d'espèces radicalaires toxiques qui vont s'oxyder et détruire le tissu.

La radiochirurgie stéréotaxique :

Elle associe un cadre stéréotaxique avec soit de multiples sources de COBALT (GAMMA - KNIFE DE LEKSELL), soit un accélérateur linéaire isocentrique, la tête du patient étant placée dans le cadre stéréotaxique permet la localisation précise de la cible, permettant la biopsie et donc un diagnostic anatomopathologique. Ce dispositif est placé dans l'accélérateur linéaire en intégrant les coordonnées stéréotaxiques de telle sorte que la cible correspond à l'isocentre par lequel passe l'axe vertical (autour duquel tourne le patient) et celui de l'accélérateur linéaire. Ce système permet une irradiation multiple précise sous différents angles, la dose totale est délivrée en une seule séance, par des portes d'entrée multiples permettant au niveau de la cible des doses considérables sans dommage pour le cerveau avoisinant, cette technique est utilisée pour les malformations artério-veineuses cérébrales et pour certaines tumeurs.



MATERIEL ET METHODE :

Notre travail concerne une expérience de 11 ans de pratique de la chirurgie stéréotaxique depuis la création du service en septembre 1999 jusqu'au 31 septembre 2010.

160 gestes en condition stéréotaxique ont été réalisés durant cette période.

Cette expérience a été évaluée à travers une étude rétrospective, portant sur 142 patients, 18 dossiers étant non exploitables.

Tous nos patients ont bénéficié d'une stéréotaxie en salle opératoire sous anesthésie locale. Le cadre utilisé est de type LEKSELL™ (Elekta instruments).

Le repérage était scannographique pour tous nos patients.

Hormis quelques patients au début, un examen anatomopathologique extemporané était systématiquement réalisé.

De même un scanner de contrôle en postopératoire immédiat a été systématiquement réalisé pour tous les patients.

I. DEROULEMENT DE LA PROCEDURE :

1. Avant la procédure :

Après avoir posé l'indication d'un geste en condition stéréotaxique (qu'elle soit d'ordre diagnostique ou thérapeutique) le consentement éclairé du patient est obtenu avant l'admission de celui-ci au service.

La durée du séjour de nos malades est variable, avec une moyenne de 3 jours, ceci est dû au grand avantage de cette technique qui se fait sous anesthésie locale et l'optimisation de la sécurité au moment du geste, pour ne pas créer des complications en post-procédure pour le patient.

a. Préparation médicale :

Une consultation pré anesthésique (CPA) se basant sur un examen clinique et un bilan biologique, comportant au minimum un groupage et un bilan d'hémostase.

Elle permet de rechercher, une contre indication à l'acte chirurgical, notamment un trouble de la crase sanguine.

Une prémédication est systématiquement administrée à tous les patients à base d'hydroxyzine deux comprimés le soir et deux autres le matin avant le geste.

b. Préparation psychologique :

Pratiquée souvent sous anesthésie locale, la chirurgie stéréotaxique est un geste encombrant sur le crâne du patient et lui est souvent angoissant. La procédure doit être clairement exposée au malade, dont la collaboration est essentielle.

c. collaboration avec radiologue et anatomo-pathologiste :

Un technicien de radiologie ou rarement un médecin radiologue est averti, sa disponibilité devra être confirmée à la date et l'heure de la procédure. La pose du cadre se fait généralement 15 min à une demi-heure avant le repérage scannographique, un scanner de contrôle est réalisé dès la sortie du malade du bloc opératoire.

De même un médecin anatomo-pathologiste précisera sa disponibilité au moment du geste pour un examen extemporané des carottes biopsiques.

Pendant la procédure :

a. Lieu :

La BST est un acte chirurgical nécessitant toute l'asepsie rigoureuse que doit avoir un geste neuro-chirurgical. Elle doit être réalisée au sein du bloc opératoire de neurochirurgie.

b. Préparation du malade :

Une voie veineuse est placée, elle servira pour la sédation éventuelle du malade, ainsi que pour l'injection de produit de contraste pendant le repérage scannographique.

Tout geste effectué est expliqué explicitement au malade.

c. Montage de l'anneau crânien :

Il s'effectue après stérilisation des différentes pièces. Les montants sont fixés sur l'anneau qui doit être placé strictement en dessous de la lésion.

d. Anesthésie locale :

Elle se fait après essayage de l'anneau crânien suivant les repères choisis en fonction de l'emplacement de la cible et la trajectoire de la biopsie.

L'anesthésie locale se fait après avoir éliminé une contre indication à la XYLOCAINE, les points d'injection sont en avant sur la zone frontale et en arrière à la partie basse de la zone occipito-pariétale.

La chirurgie guidée par stéréotaxie a nécessité le recours à une anesthésie générale.

Tous les autres patients ont bénéficié d'une BST sous anesthésie locale

e. Mise en place du cadre :

Etape extrêmement importante. Il est impératif que la position de l'anneau et des éléments qui en sont solidaires se trouvent sous le point cible.



Figure n° 54 : fixation de l'anneau du cadre avant le scanner de repérage.

[Série personnelle]

f. Repérage scannographique :

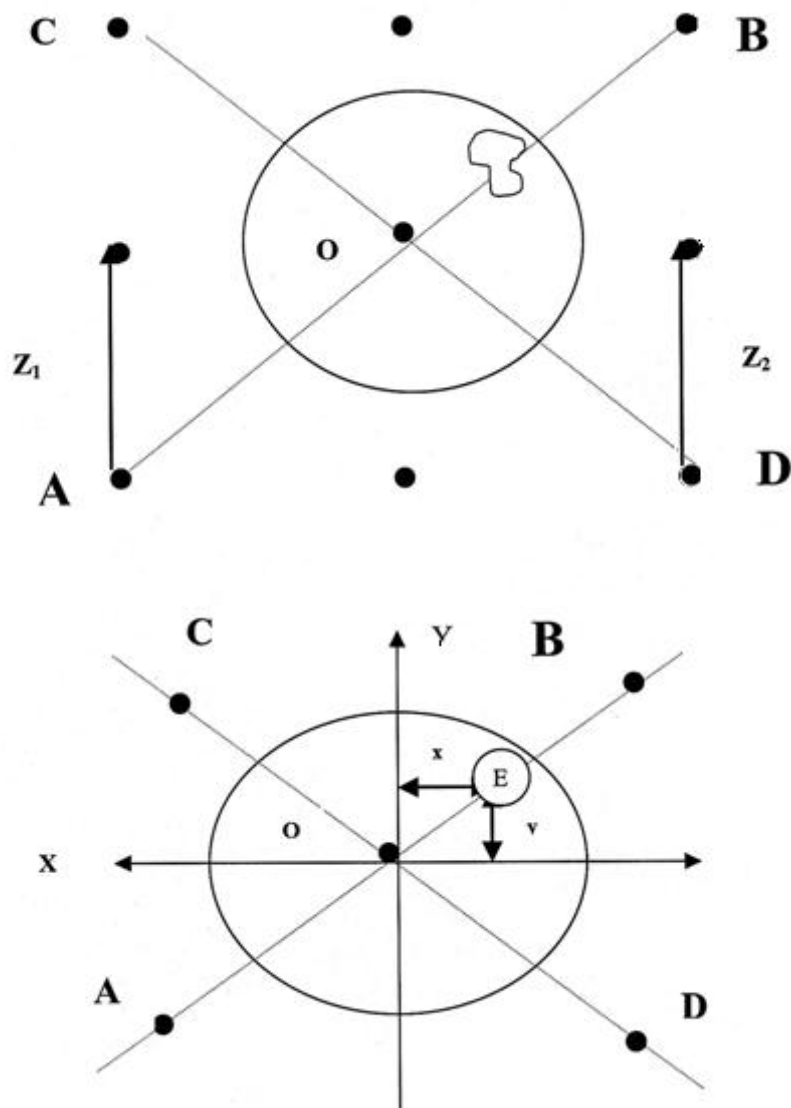
Un scanner est effectué avec un cadre de localisation et injection de produit de contraste d'emblée. Les coupes sont axiales jointives de 3 mm par 3 mm.

On commence par réaliser un scannogramme de profil pour bien localiser la lésion, ensuite après le choix du point cible, on peut aisément calculer les coordonnées X, Y et Z grâce aux 9 points du casque inscrits sur l'écran de la TDM. (Figure n° 55)

Grâce aux points A, B, C et D qui indiquent les limites du cadre, on trace 2 diagonales qui, en se croisant donnent le point O qui sera le centre à partir duquel on va tracer les axes X et Y.

X = l'axe horizontal de droite → gauche Angle = 0°

Y = l'axe antéro-postérieur → Angle = 90°



E = point a biopsie

$$Z = (Z_1 + Z_2)/2 + 40$$

Z = Coordonnée en hauteur 40 = constante (du cadre LEKSELL)

Figure n° 55 : saisie des coordonnées de repérage

Le choix de la cible se fait en général après discussion et consentement du neurochirurgien et du radiologue. En général le point à biopsier correspond à une zone qui prend le produit de contraste.

La trajectoire sera également choisie tout en évitant les vallées sylviennes, les gros Vaisseaux, les ventricules ainsi que les zones hautement fonctionnelles.

Ces différentes données sont notée sur le dossier du malade, un cliché scannographique de repérage cadre en place est récupéré et le malade est alors acheminé en salle opératoire de neurochirurgie pour la réalisation du geste.



Figure n° 56 : scanner de repérage. La cible choisie (flèche) correspond à la zone qui prend le contraste en périphérie de la lésion. [Série personnelle]

g. réalisation du geste stéréotaxique :

Les coordonnées obtenues durant le repérage vont être utilisés pour le montage du matériel de stéréotaxie.



Coordonnées Z



Coordonnées Y



Coordonnées X et angulation

Figure n° 57 : montage du cadre selon les coordonnées de repérage. [Série personnelle]

Un rasage localisé ainsi qu'une anesthésie locale à la XYLOCAINE sont effectués après repérage de la zone du cuir chevelu par laquelle passera le biopseur.



Figure n° 58 : rasage et anesthésie locale de la zone de trépanation
[Série personnelle]

Une incision punctiforme du Scalp par l'intermédiaire d'un trocart à incision est réalisée, par la suite on procède à une trépanation au moyen d'une perceuse électrique.



Figure n° 59 : trépanation moyennant une mèche de 2mm de diamètre
[Série personnelle]

Le biopseur sera ensuite introduit. À l'aide d'une seringue avec du sérum salé on réalisera une petite pression négative tout en tournant le biopseur, un fragment est alors retiré. Ce geste devra intéresser les 4 points cardinaux réalisant un « prélèvement en rosette ».

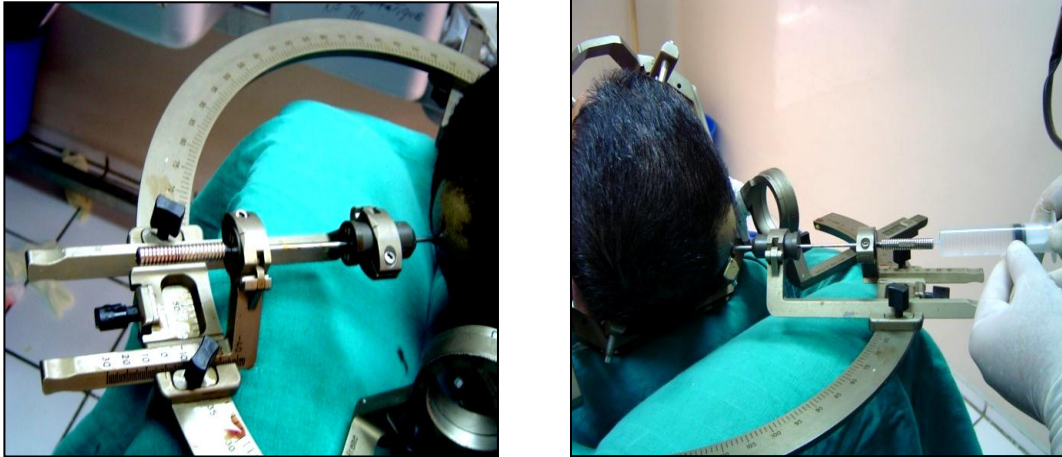


Figure n° 60 : introduction du biopseur et réalisation de la biopsie.
[Série personnelle]

Le biopseur peut être décalée de 2mm sur sa trajectoire, on réalisera à ce niveau un autre prélèvement « en rosette », ceci augmentera le nombre de fragments recueillis.



Figure n° 61 : le biopseur est retiré de 2mm pour obtenir d'autres fragments
[Série personnelle]

Les premiers fragments biopsiques seront aussitôt acheminés au service d'anatomie pathologique, sans fixateur, pour étude anatomo-pathologique extemporanée.

Les autres fragments seront fixés au formol et serviront à l'étude anatomo-pathologique conventionnelle.

Parfois on est amené à réaliser un geste thérapeutique (évacuation d'un kyste colloïde, abcès ou hématome) l'anatomo-pathologie est toutefois nécessaire.

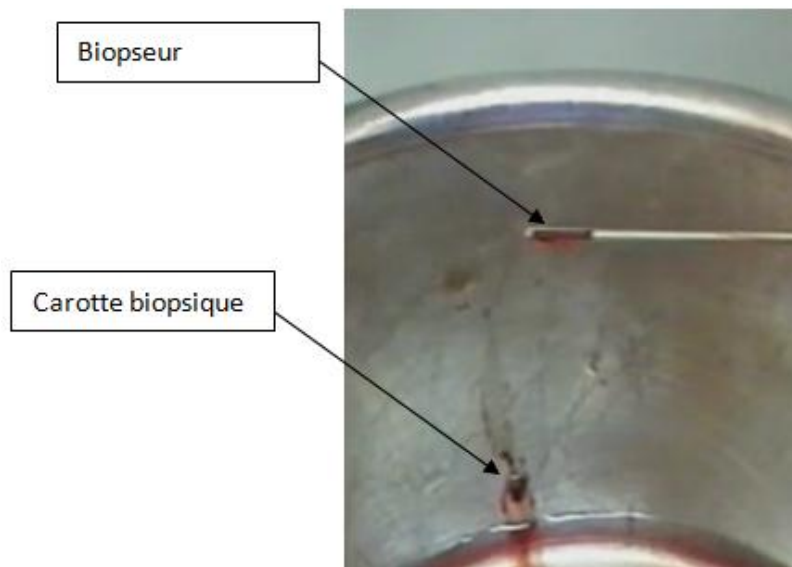


Figure n° 62 : fragment obtenu au cours d'une biopsie stéréotaxique
[Série personnelle]

La surveillance rigoureuse du malade permet de guetter toute complication devant faire arrêter le geste, notamment un saignement abondant.

h. h- Retrait de l'outil et du cadre stéréotaxique :

Après réception des résultats de l'examen extemporané qui confirme la nature pathologique du siège de la biopsie, on procède au retrait de l'outil de façon délicate.



Figure n° 63 : retrait de cadre stéréotaxique [Série personnelle]

Un point de suture est parfois nécessaire sur le point de pénétration et on retire le cadre après avoir dévissé les points.

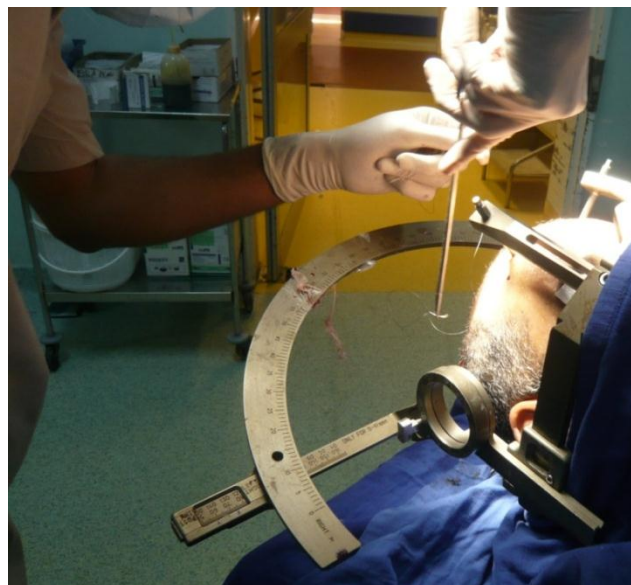


Figure n° 64 : suture du scalp [Série personnelle]

APRES LA PROCEDURE :

a. L'examen neurologique post stéréotaxique :

Il permet de détecter toute aggravation (vigilance, état des pupilles, déficit neurologique)

b. contrôle scannographique :

A la sortie du bloc opératoire, un scanner de contrôle est systématiquement réalisé pour tous nos patients, dans le but de rechercher des complications surtout hémorragiques (hématome) pouvant justifier un geste neurochirurgical dans l'immédiat.



Figure n° 65 : Contrôle scannographique après évacuation d'un kyste colloïde. Noter la présence d'air (flèche) au niveau du site d'évacuation. **[Série personnelle]**

c- surveillance :

La surveillance se fait au service pendant 24 à 48 heures avec la prescription d'un antalgique et de la corticothérapie (en dehors des contre-indications) à raison de 120 mg/J pendant 48 Heures.

La sortie est autorisée le lendemain, si les suites sont sans particularité.

II. METHODE D'EXPLOITATION :

Les différentes observations ont été exploitées selon une fiche comportant les éléments suivants :

- Données épidémiologiques : âge, sexe, antécédents.
- Délai diagnostique.
- Données cliniques.
- Données de l'imagerie :
 - siège
 - nombre
 - taille
 - Présence d'œdème.
 - Présence de nécrose.
 - Rehaussement au produit de contraste.
 - Aspect bien limité ou infiltrant en C+.
- Résultats histologiques.
 - De l'examen anatomopathologique extemporané
 - De l'examen anatomopathologique définitif
- Complications.
 - Convulsion
 - Saignement
 - Altération de l'état de conscience
 - décès
- Recours à une autre BST, à une biopsie à ciel ouvert ou complément chirurgical.

RESULTATS

142 patients ont bénéficié d'un geste de chirurgie stéréotaxique à but diagnostique ou thérapeutique.

149 gestes ont été réalisés chez ces patients : la reprise a été nécessaire deux fois chez 3 patients et trois fois chez 2 patients.

La chirurgie stéréotaxique à visée diagnostique (biopsie stéréotaxique) a intéressé 122 patients (soit 86%) tandis que la chirurgie stéréotaxique à visée thérapeutique a intéressé 20 patients (soit 14%). Chez ces derniers ont été réalisé : 15 gestes d'évacuation stéréotaxique (soit 10,5%) de 5 hématomes, 4 abcès et 6 kystes colloïdes. Les 5 autres patients (soit 3,5%) ont bénéficié d'une chirurgie à ciel ouvert guidée par le cadre stéréotaxique, il s'agissait de 2 cas de cavernomes, 1 cas de métastase et 2 cas de pose d'un réservoir de Rickam.

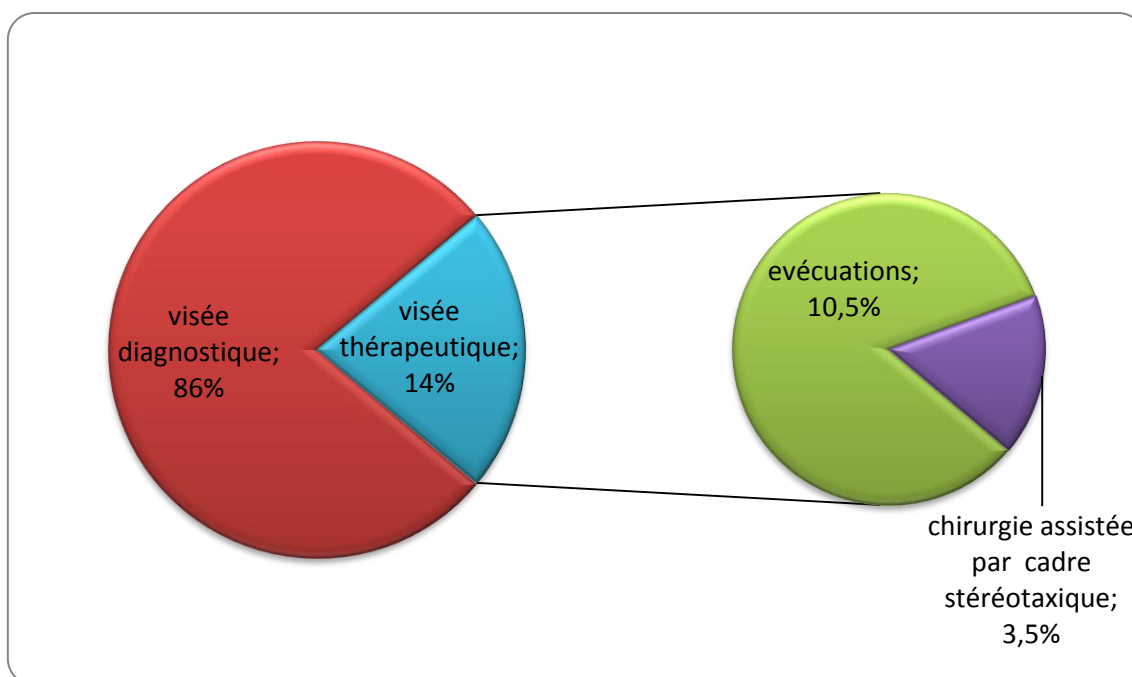


Figure n° 66 : nature du geste en condition stéréotaxique dans notre série.

I. A- FREQUENCE :

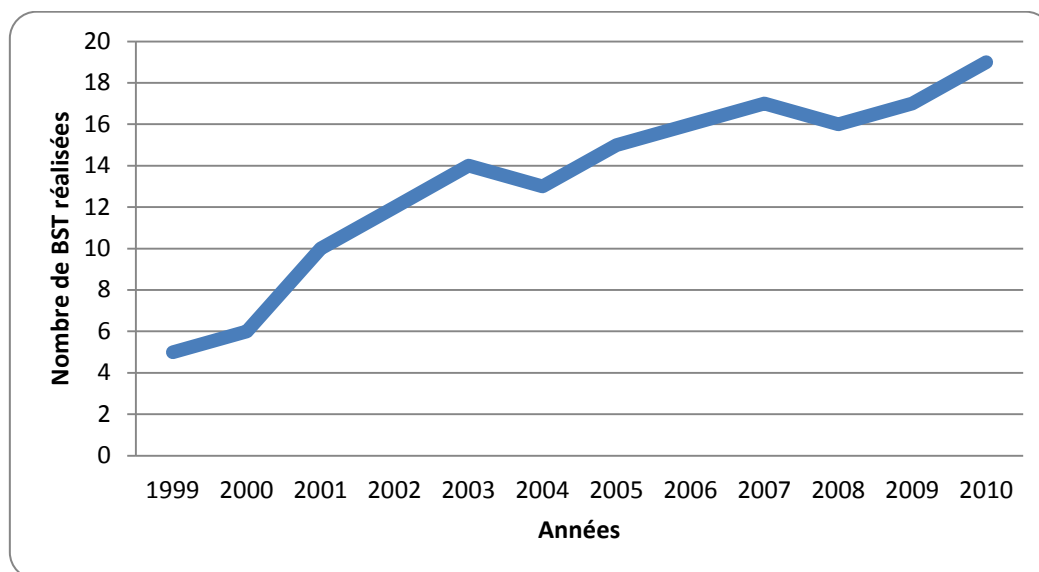


Figure n° 67 : nombre de gestes en condition stéréotaxique par année dans notre série.

II. AGE :

L'âge des malades varie entre 11 et 75 ans avec une moyenne de 48 ans.

Le plus jeune de nos patients était une fille de 11 ans, chez qui la BST a été faite pour une lésion temporale et qui a révélé un oligodendrogliome.

105 des patients (soit 74%) avaient l'âge ≥ 40 ans.

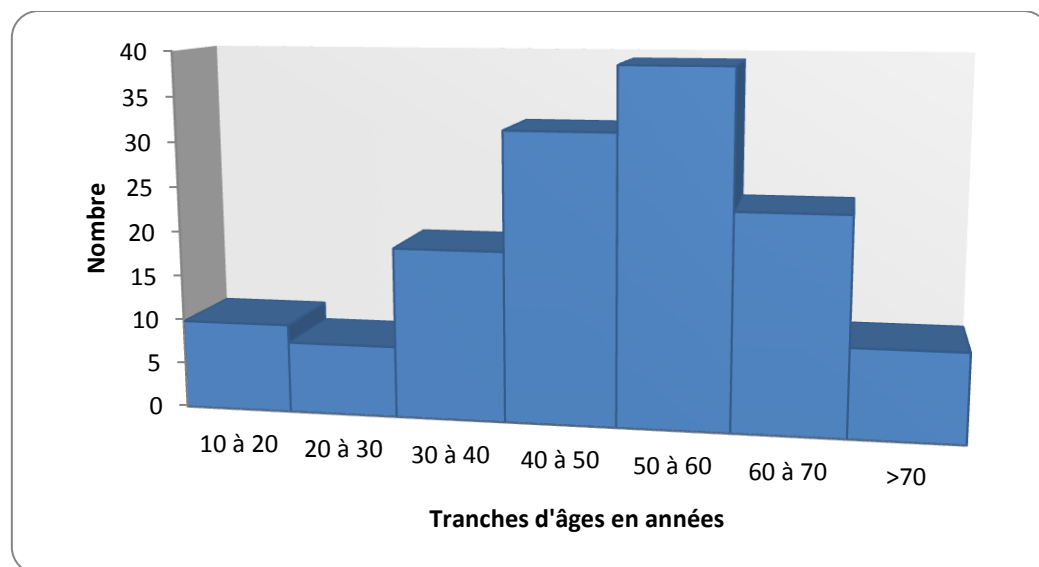


Figure n° 68 : répartition des patients par tranches d'âge dans notre série.

III. SEXE :

105 hommes contre 37 femmes. Le sexe ratio est : H/F = 2,8

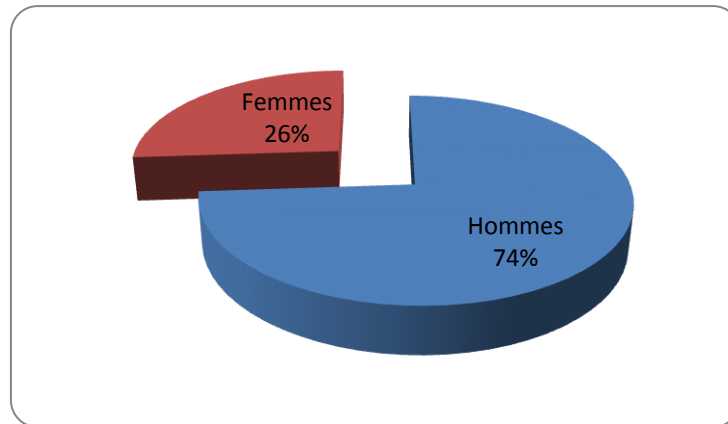


Figure n° 69 : répartition des malades selon le sexe dans notre série.

IV. ANTECEDENTS :

9 patients (soit 6%) ont un passé carcinologique connu (néo du sein, prostate, rein)

14 patients (soit 10%) ont un antécédent de tuberculose.

24 patients (soit 17 %) sont tabagiques chroniques.

31 patients (soit 21,8%) ont un antécédent de diabète et/ou HTA.

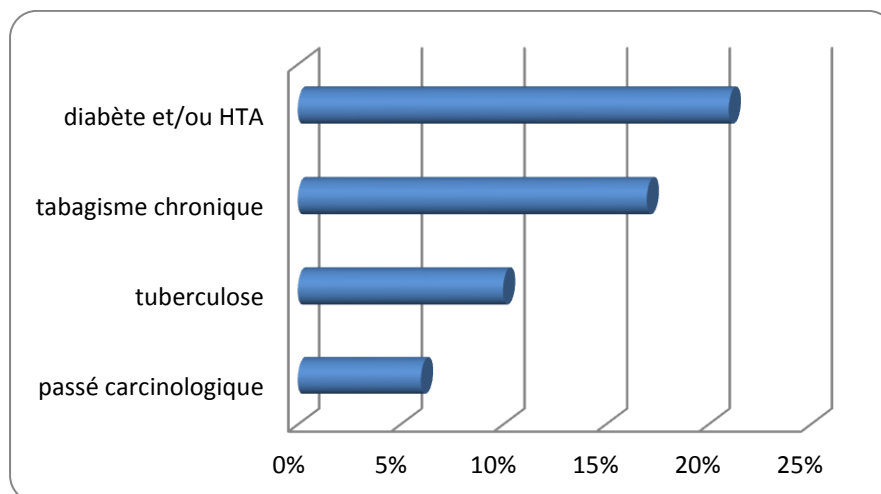


Figure n° 70 : antécédents pathologiques les plus retrouvés dans notre série

V. DELAI DIAGNOSTIC :

Variable allant de 24h à 3 ans, en moyenne : 6 mois

VI. TABLEAU CLINIQUE :

La présentation clinique était variable, résumée dans le tableau suivant :

symptomatologie	Nombre	Pourcentage
HTIC	85	60%
Déficit neurologique	59	41%
Comitialité	54	38%
Trouble de fonctions supérieures	17	12%
Autres :	8	6%
<ul style="list-style-type: none"> - Troubles visuels - Syndrome infectieux - Syndrome hématologique - Troubles sphinctériens 		

Tableau n° 7 : présentation clinique des malades dans notre série.

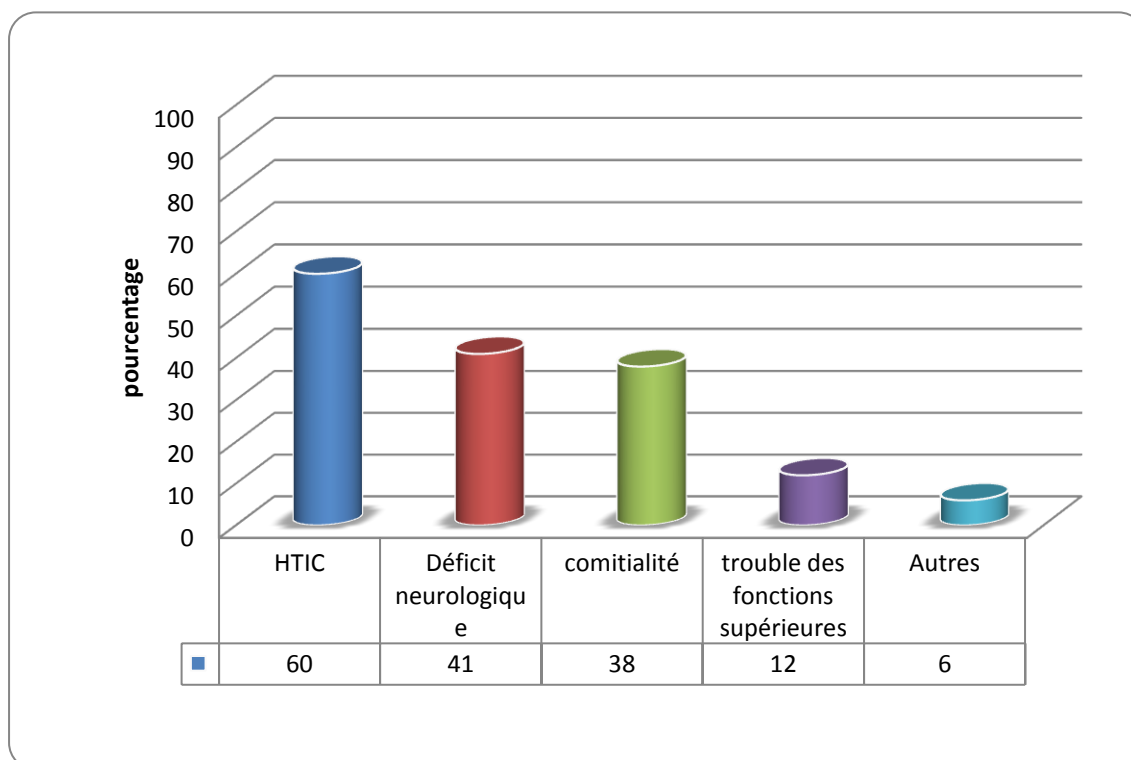


Figure n° 71 : présentations cliniques des malades dans notre série.

VII. DONNEES DE L'IMAGERIE :

→ TDM CEREBRALE :

Etant donné que notre repérage est scannographique, tous nos patients ont bénéficié d'une tomodensitométrie cérébrale.

→ L'IMAGERIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE (IRM) :

Dans notre série 121 patients (soit 85%) ont pu bénéficier d'une IRM encéphalique.

La spectroscopie par résonance magnétique (SRM) a été récemment introduite, 4 de nos patients ont pu bénéficier de l'apport de celle-ci dans la détermination de la nature tumorale d'une lésion intracrânienne ainsi que la présomption de son type histologique.

TDM et/ou IRM ont permis de préciser le nombre de lésions, le siège et l'aspect permettant d'évoquer un diagnostic.

1. Nombre de lésions :

Dans notre série, les lésions retrouvées à l'imagerie étaient uniques dans 108 (soit 76%) et multiples dans 34 patients (soit 24%).

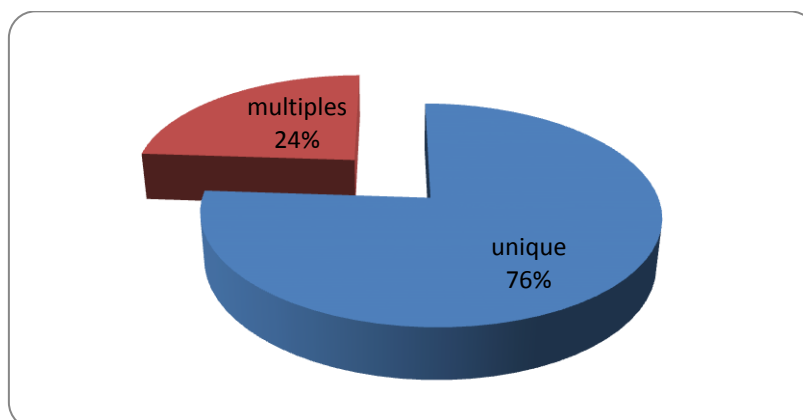


Figure n° 72 : nombre de lésions à l'imagerie.

Le siège des lésions :

Le siège des lésions selon les données de l'imagerie est réparti comme suit :

Siège	Nombre de cas	Pourcentage
Lobaire	98	69%
Diencephalique	20	14%
Ventriculaire	7	5%
Pinéale	4	3%
Sellaire et suprasellaire	3	2%
Fosse cérébrale postérieure	10	7%

Tableau n° 8 : siège des lésions à l'imagerie

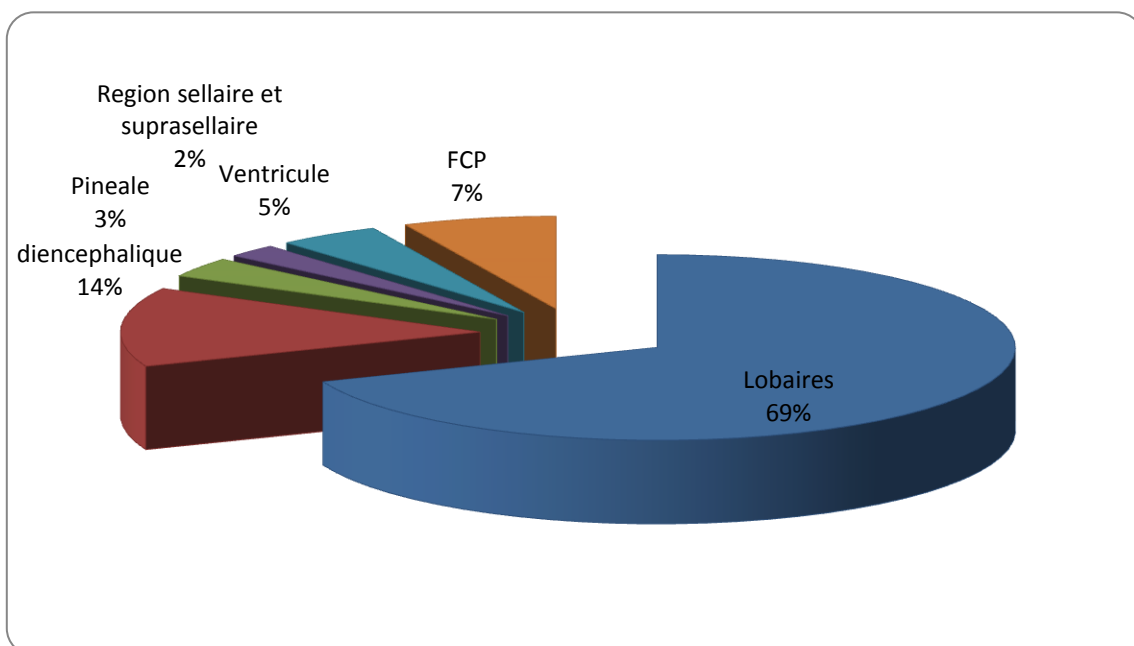


Figure n° 73 : localisation des lésions à l'imagerie

Aspect à l'imagerie :

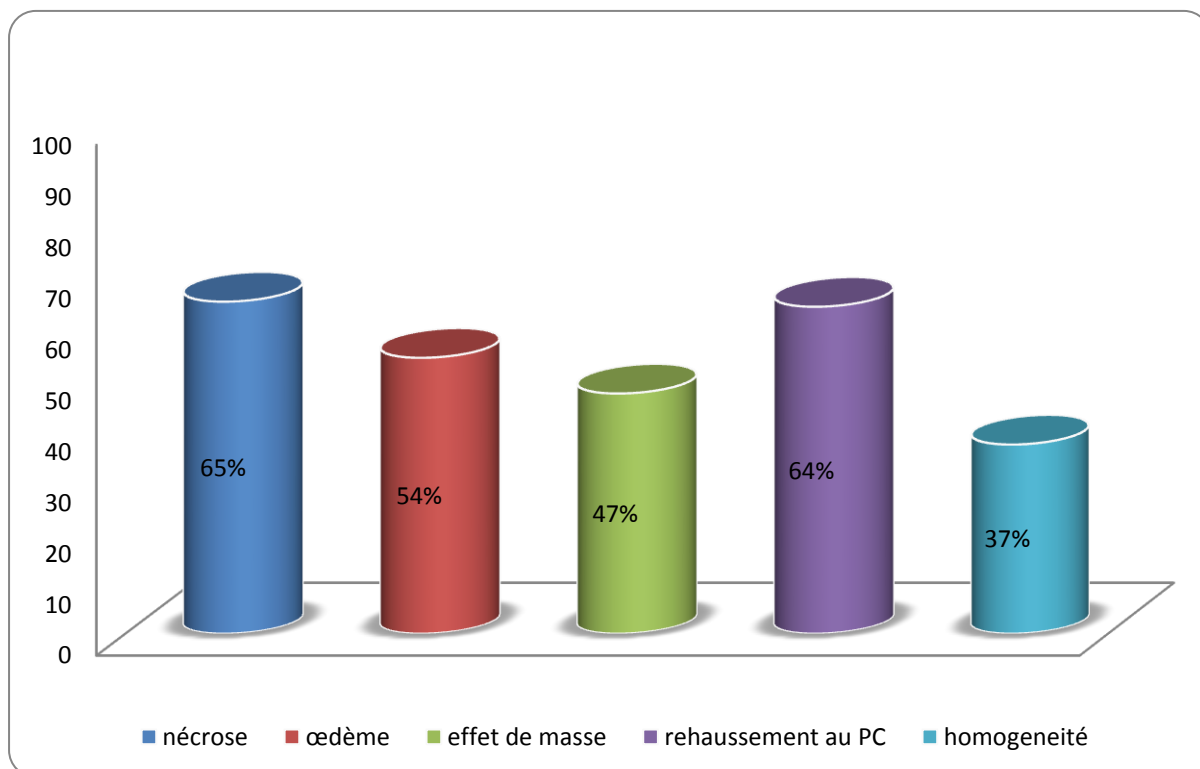


Figure n° 74 : aspect des lésions à l'imagerie.

VIII. ANATOMIE PATHOLOGIQUE :

Type histologique	Nombre / 122	pourcentage
Tumeurs gliales	64	53%
Métastases	31	25%
Lymphomes	5	4%
Autres tumeurs :	2	2%
- méningiome		
- cavernome		
tuberculomes	5	4%
Autres processus infectieux	5	4%
Non concluantes	10	8%

Tableau n° 9 : différents types histologique à l'examen anatomopathologique définitif des biopsies stéréotaxiques (n=122)

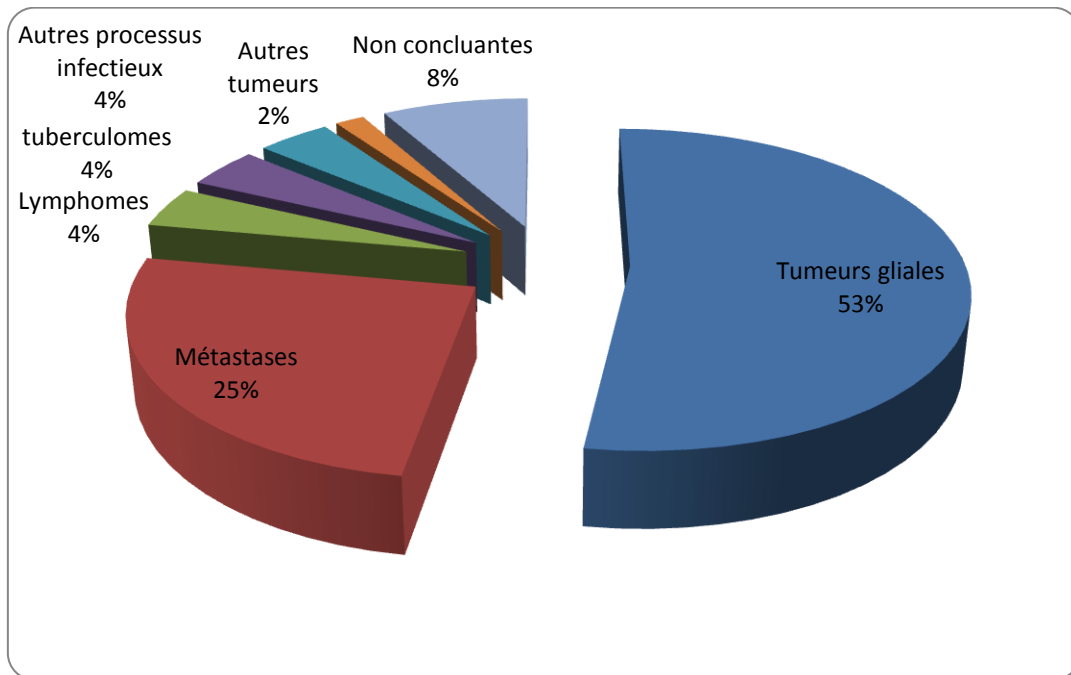


Figure n° 75 : différents types histologique à l'examen anatomopathologique définitif des biopsies stéréotaxiques (n=122)

Les tumeurs gliales : Représentent le type histologique le plus rencontré (dans 52% des cas), ils sont réparties comme suit :

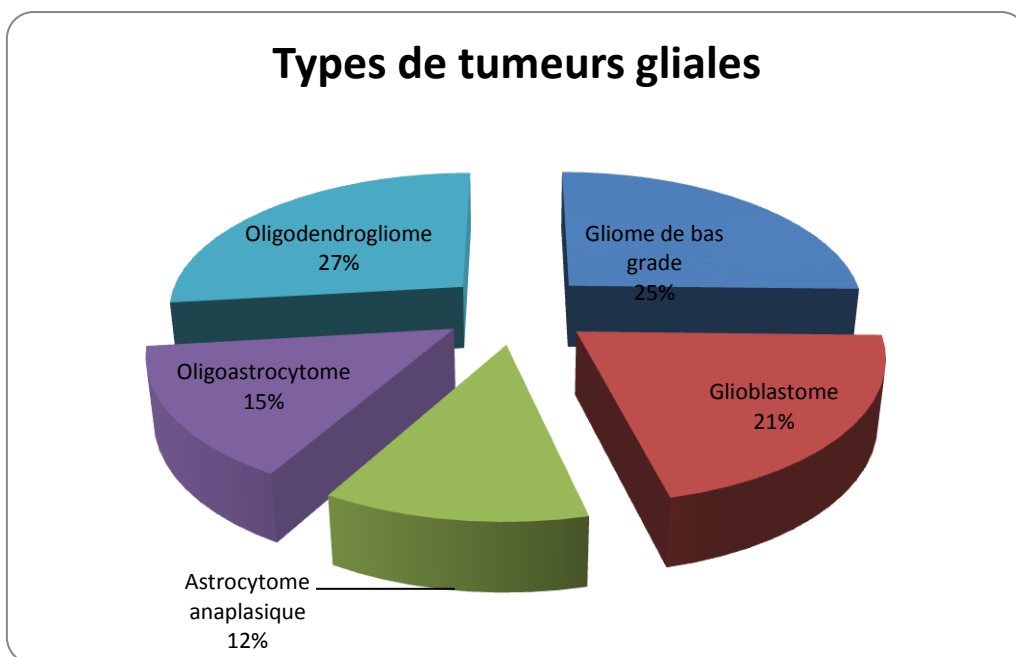


Figure n° 76 : proportions des différentes tumeurs gliales retrouvées dans notre série (n=64)

Les métastases : viennent en seconde position avec un chiffre de 31 cas (soit 25%)

Lymphome a été retrouvé chez 5 patients (soit 4%)

Tuberculome est présent chez 5 patients (soit 4%)

Autres processus infectieux au nombre de 5 :

- Abscessus bactérien FCP
- Abscessus tuberculeux
- Granulome mycosique
- Encéphalite nécrosante
- Toxoplasmose HIV négatif

Autres tumeurs : au nombre de 2

- 1 cas de méningiome
- 1 cas de cavernome

Biopsies non concluantes :

- Au nombre de 10 (soit 8%) :
 - 4 cas de gliose réactionnelle
 - 3 cas de nécrose tumorale
 - 2 cas d'infiltration histiocytaire évoquant un foyer de remaniement d'AVCI.
 - 1 cas de tumeur calcifiée de la région pinéale.

IX. MORTALITE ET MORBIDITE :

- Mortalité

Aucun décès directement lié au geste

- Morbidité

Complications	Nombre de cas	Pourcentage
Hémorragie intratumorale symptomatique	1	0,7%
Lame d'hématome extra-dural	1	0,7%
Hématomes silencieux (<4mm)	3	2,1%
Convulsions	6	4,2%
Total	11	7,7%

Tableau n° 10 : liste des complications rencontrées dans notre série

Les convulsions représentent la complication la plus rencontrée dans notre série avec 6 cas (soit 4,2%).

Moins fréquemment, nous avons détecté :

- 3 hématomes asymptomatiques au scanner de contrôle qui ont été respectés avec une bonne évolution.
- 1 cas d'hémorragie intratumorale symptomatique qui a nécessité le recours à un traitement chirurgical.
- une lame d'hématome extradural a été respectée avec une bonne évolution.

Les complications hémorragiques représentent 3,5%.

Au total le taux de morbidity dans notre série est de 7,7%

ILLUSTRATIONS

OBSERVATION N°1 :

CLINIQUE : Patient de 57 ans, sans antécédents pathologiques notables, admis pour crises convulsives généralisées.

IMAGERIE :

- **TDM cérébrale :**

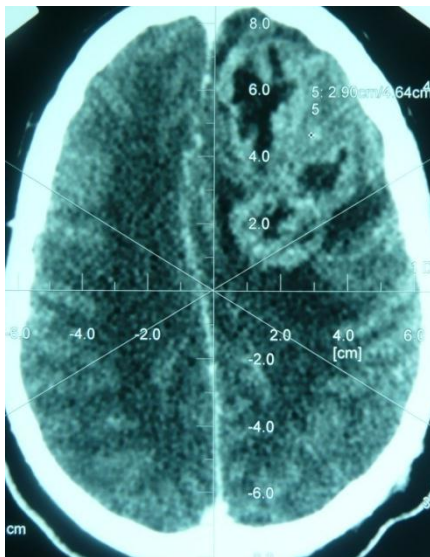


Figure n° 77 : processus fronto-pariétal gauche hétérogène avec un effet de masse discret, œdème péri lésionnel et rehaussement en périphérie après injection de produit de contraste iodé. [Série personnelle]

- **IRM cérébrale :**

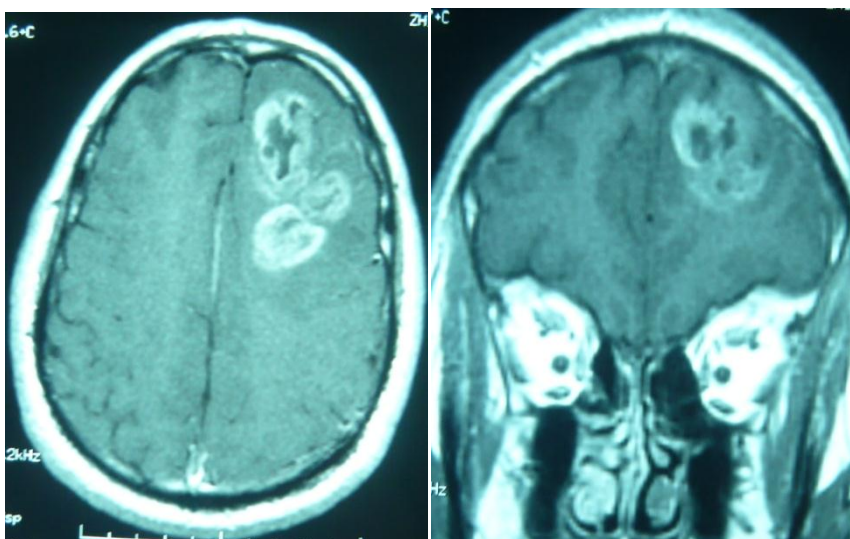


Figure n° 78 : Processus tumoral sous cortical fronto-pariétal gauche, en hypersignal T1 et hypersignal T2 associé à un œdème péri lésionnel et se rehaussant de façon hétérogène après injection de gadolinium.

[Série personnelle]

- spectroscopie par résonance magnétique :

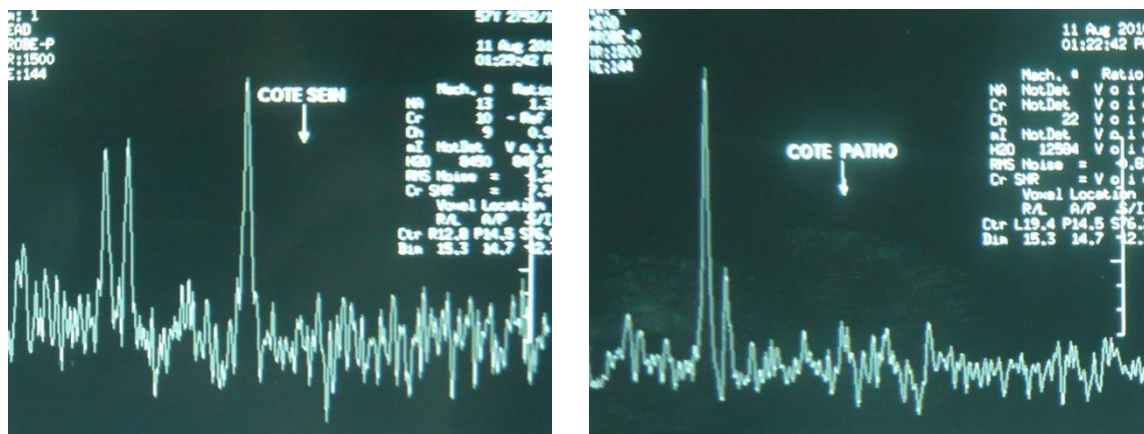


Figure n° 79 : spectroscopie par résonance magnétique. [Série personnelle]

Présence au niveau du processus lésionnel un effondrement des NAA et un pic des cholines, évoquant un processus lésionnel malin (gliome haut grade)

anatomo-pathologie : oligo-astrocytome anaplasique

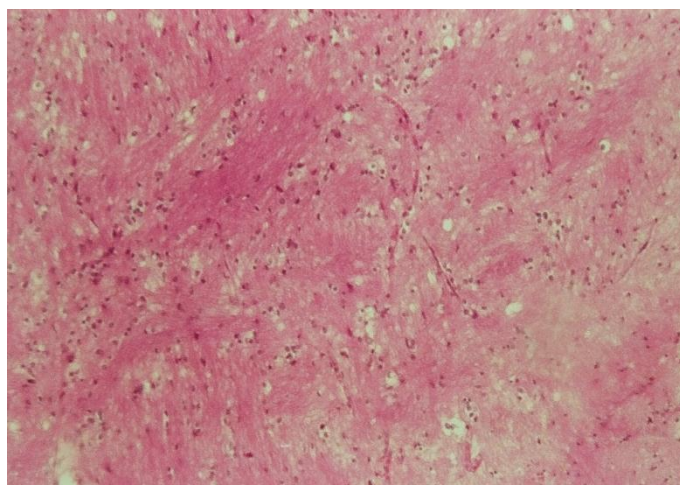


Figure n° 80 : vue en microscopie optique (x100) coloration : HES

Présence d'une prolifération tumorale faite de deux composantes cellulaires. Une composante prédominante d'allure oligodendrocytaire : cellules à noyaux ronds ou ovales lymphocytoïde ou anisocaryotiques entourées par un halo clair avec figures mitotiques et des vaisseaux branchés. La 2^{ème} composante peu abondante faite de cellules d'allure astrocytaire sur un fond fibrillaire avec des mitoses assez fréquentes et des vaisseaux gloméruloïdes.

[Série personnelle]

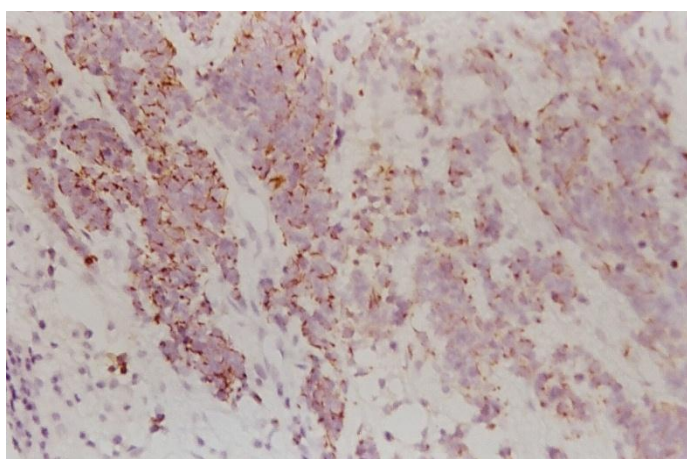


Figure n° 81 : à l'immunohistochimie la GFRA est (+), le Ki67>10% des cellules. [Série personnelle]

OBSERVATION N° 2 :

CLINIQUE : patient de 41 ans, diabétique, présentant depuis 2 mois un syndrome d'HTIC.

IMAGERIE :

- TDM cérébrale :

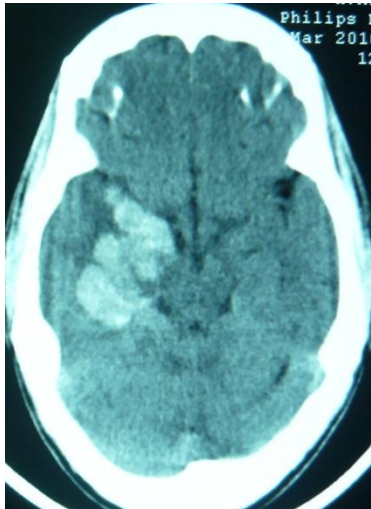
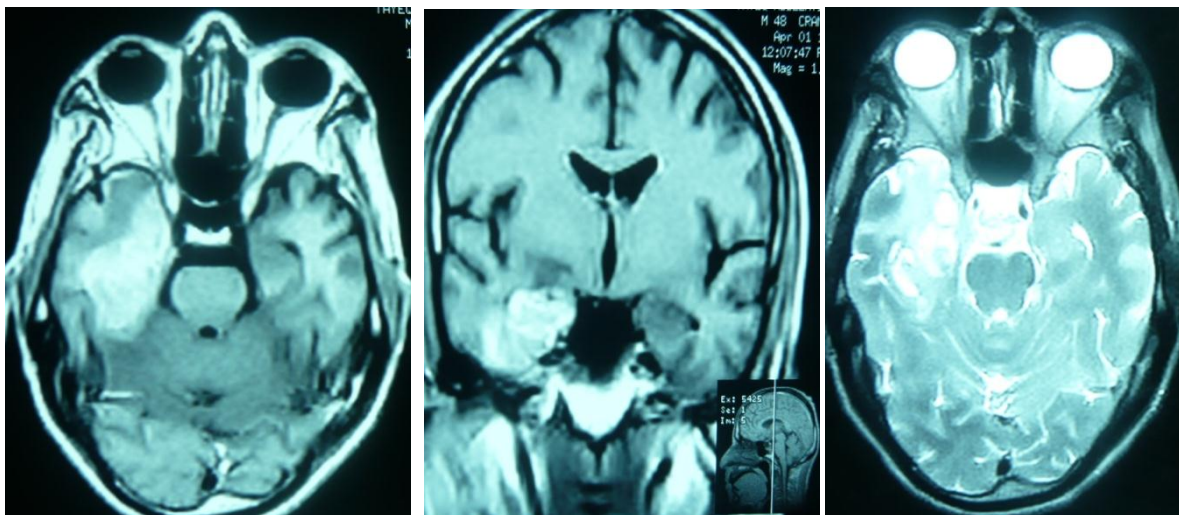


Figure n° 82 :

[Série personnelle]

- IRM cérébrale :



T1

T1

T2

Figure n° : processus lésionnel de la fosse temporale droite, au niveau hypocampique, en hypersignal sur toutes les séquences, avec un rehaussement après injection de gadolinium, mais sans effet de masse sur les structures avoisinantes. L'aspect IRM est en faveur d'un hématome subaigu tardif, un processus tumoral est également possible.

[Série personnelle]

BIOPSIE STERÉOTAXIQUE :

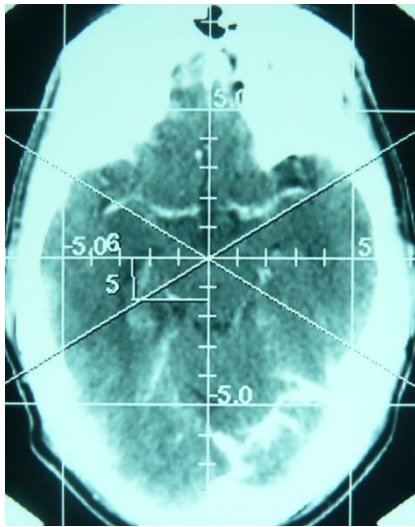


Figure n° 84 : scanner de repérage cadavre en place, cible de biopsie choisie en dans une zone de prise de contraste.

[Série personnelle]

COMPLICATION : pendant la procédure le patient a présenté un saignement veineux important avec vomissement sans altération de l'état de conscience et sans déficit à l'examen neurologique. Un scanner de contrôle à été réalisé en urgence. Celui-ci a montré une hémorragie intraventriculaire sans dilatation pour laquelle il a bénéficié d'une dérivation ventriculaire externe.

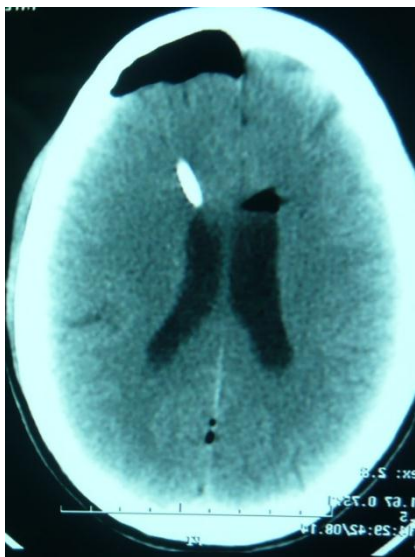


Figure n° 85 : TDM de contrôle après installation d'une dérivation ventriculaire externe (DVE)

[Série personnelle]

EVOLUTION : favorable après un court séjour (5jours) en réanimation.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE : glioblastome multiforme

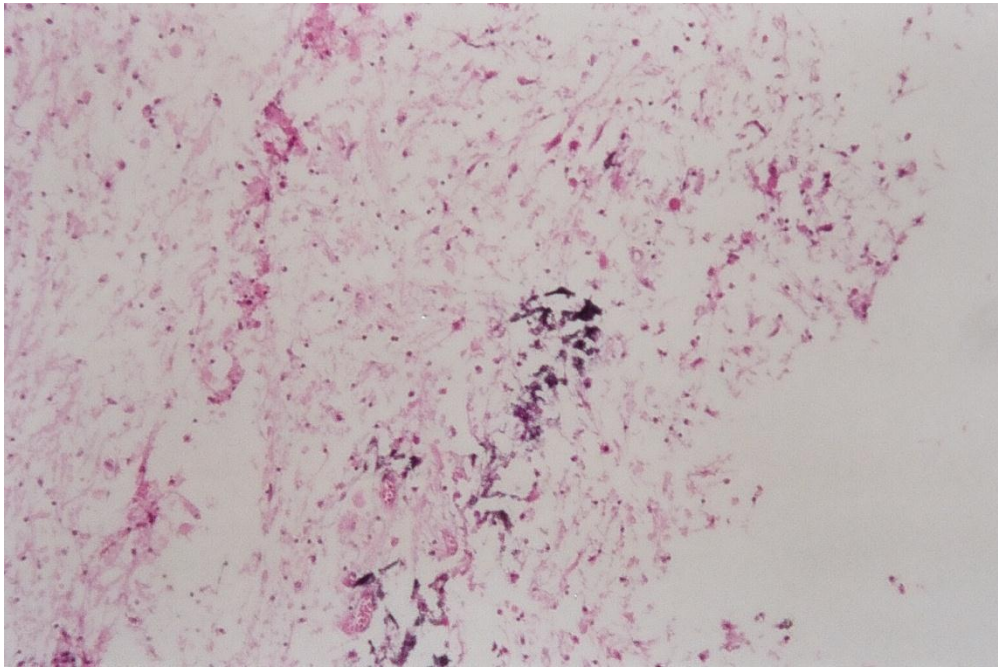


Figure n° 86 : prolifération tumorale gliale dense faite de cellules d'allure astrocytaire aux noyaux atypiques. Le fond est fibrillaire. Des foyers de nécrose tumorale palissadique sont notés ainsi qu'une prolifération vasculaire marquée.

[Série personnelle]

OBSERVATION N° : 3

CLINIQUE : patiente de 30 ans, antécédent de prurigo chronique, présente depuis 6 mois une symptomatologie faite d'un déficit de l'hémicorps gauche, troubles phasiques, 6 crises épileptiques, un syndrome d'HTIC et des troubles génito-sphinctériens. L'examen clinique objective une hémiparésie gauche avec participation faciale.

IMAGERIE :

- TDM cérébrale :

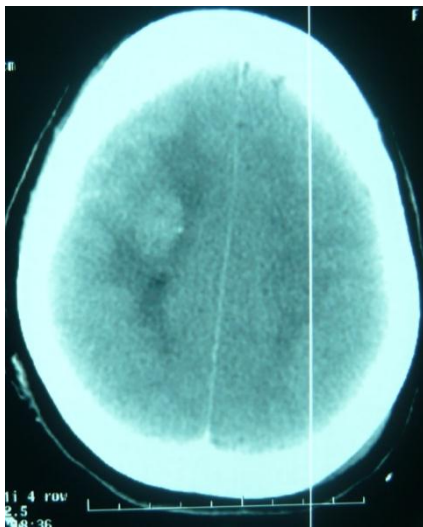


Figure n° 87 : processus parasagittal droit préoligodendrogliome. De densité tissulaire, sans œdème ni effet de masse et prenant le contraste de façon homogène.

[Série personnelle]

- IRM cérébrale :

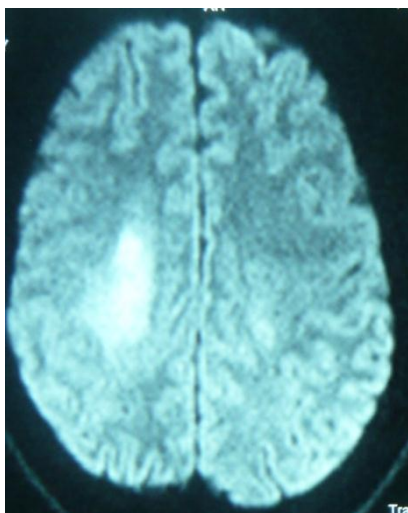


Figure n° 88 : le même processus en hypersignal T1

[Série personnelle]

BIOPSIE STEREOTAXIQUE :

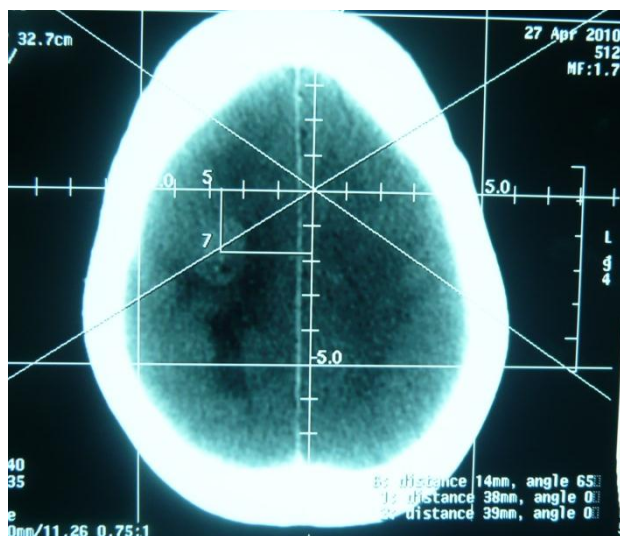


Figure n° 89 : TDM de repérage cadre en place. La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

[Série personnelle]

ANATOMIE PATHOLOGIQUE :

Vu la localisation dans une région éloquente (prérolandique) l'examen anatomopathologique a intéressé seulement deux fragments biopsiques, celui-ci a montré un aspect morphologique d'une tumeur à cellules rondes et a suscité le recueil de fragments supplémentaires pour étude anatomopathologique définitive. Après étude morphologique et immunohistochimique du reste des fragments biopsiques, le diagnostic de glioblastome multiforme a été retenu.

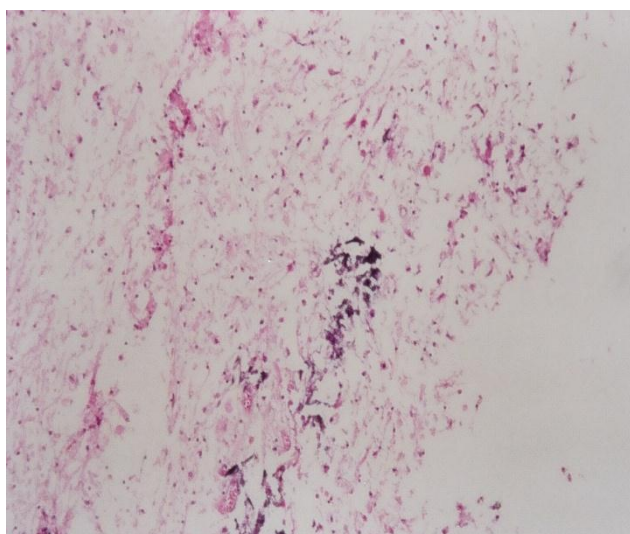


Figure n° 90 : prolifération tumorale d'aspect hétérogène sur le plan densité cellulaire et aspect cytopathologique. Dans les zones à forte densité les cellules sont rondes et basophiles et ailleurs ils sont polymorphes avec anisocytose et anisocaryose. Sont également observés des : mitoses, foyers de nécrose et de néoangiogenèse importante.

A l'IHC : GFAP (+) chromogranine (-) et CD99 (-) [Série personnelle]

OBSERVATION N°4 :

CLINIQUE : patient de 56 ans, sans antécédent pathologique notable, présentant depuis 2 mois un syndrome d'HTIC (céphalées, troubles visuels) associé à un trouble de l'équilibre. L'examen neurologique met en évidence un syndrome cérébelleux statique.

IMAGERIE :

- IRM cérébrale :

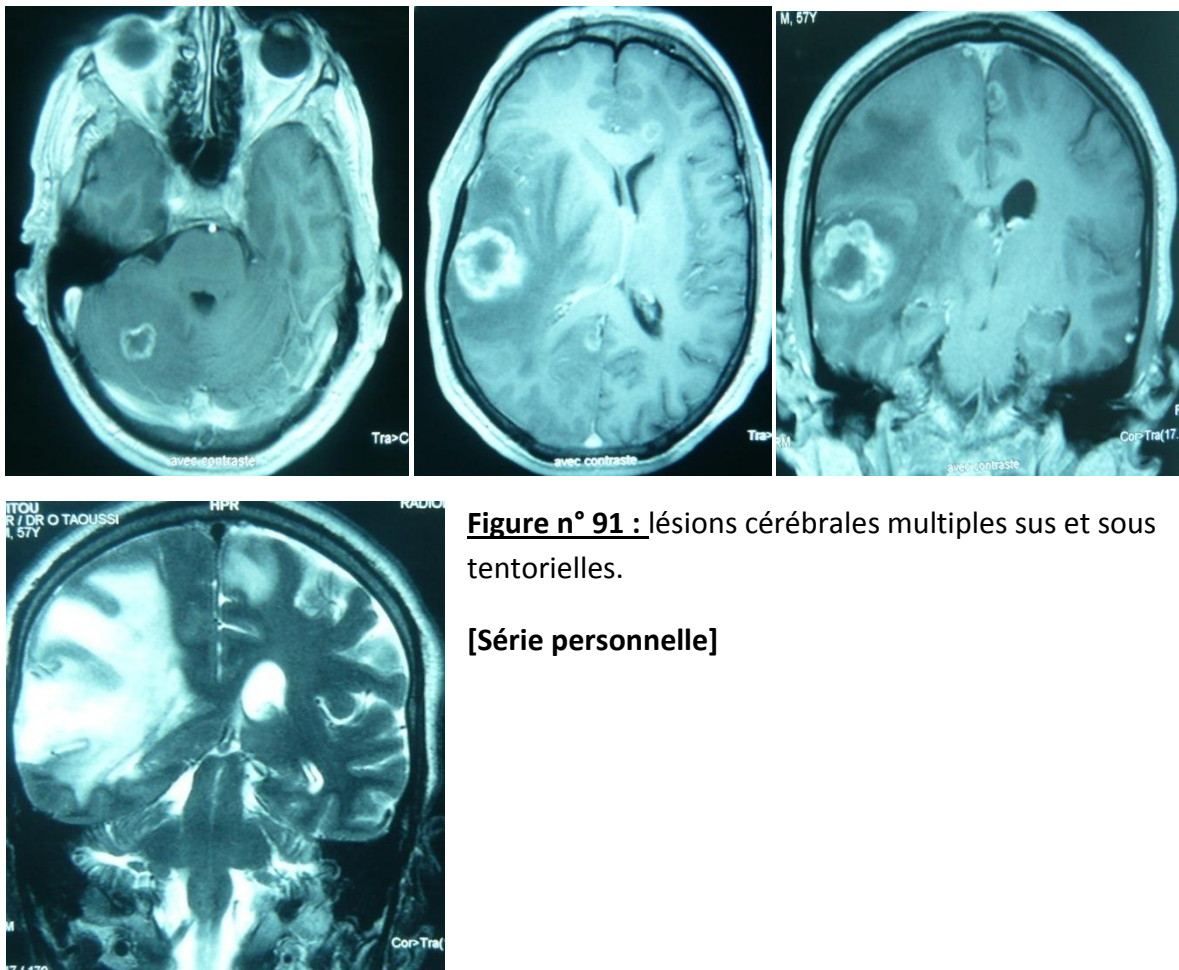


Figure n° 91 : lésions cérébrales multiples sus et sous tentorielles.

[Série personnelle]

BIOPSIE STEREOTAXIQUE :

En cas de multiplicité des lésions intracrâniennes, la lésion dont la localisation est la plus accessible et la moins dangereuse est choisie. Pour ce patient la une BST a été réalisée sur la lésion temporale.

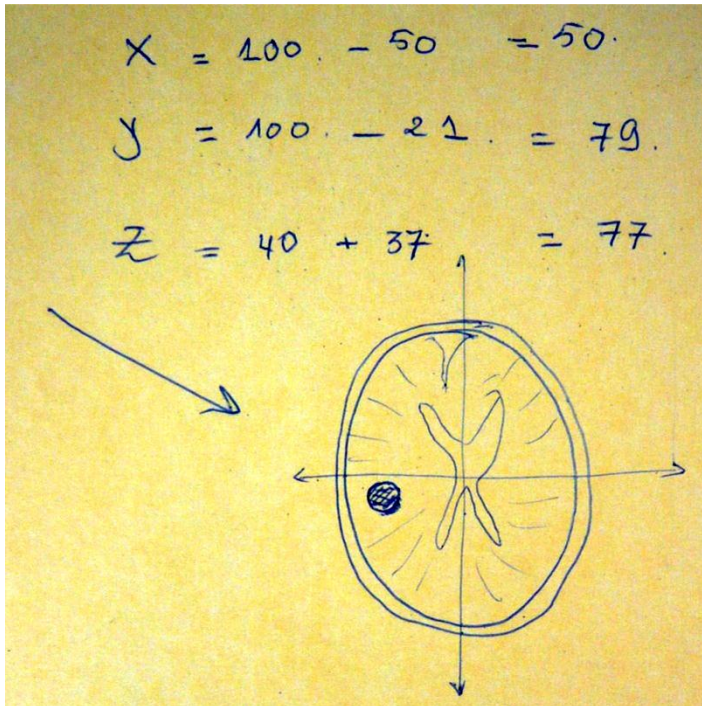


Figure n° : données du scanner de repérage inscrites sur le dossier du malade.

ANATOMO-PATHOLOGIE :

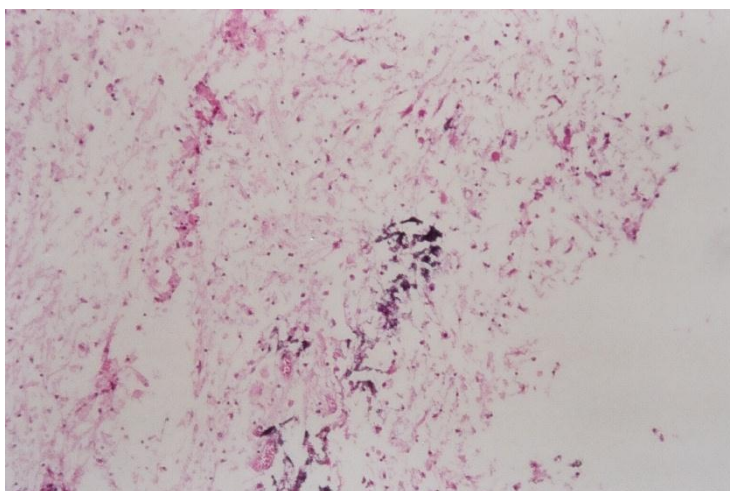


Figure n° 92 : métastase d'un adénocarcinome papillaire.

[Série personnelle]

RECHERCHE DE PRIMITIF :

Chez ce patient qui n'a pas d'antécédent carcinologique les lésions intracrâniennes sont révélatrices d'un processus tumoral jusque là latent.

Nous avons réalisé :

- TDM thoraco-abdominale :

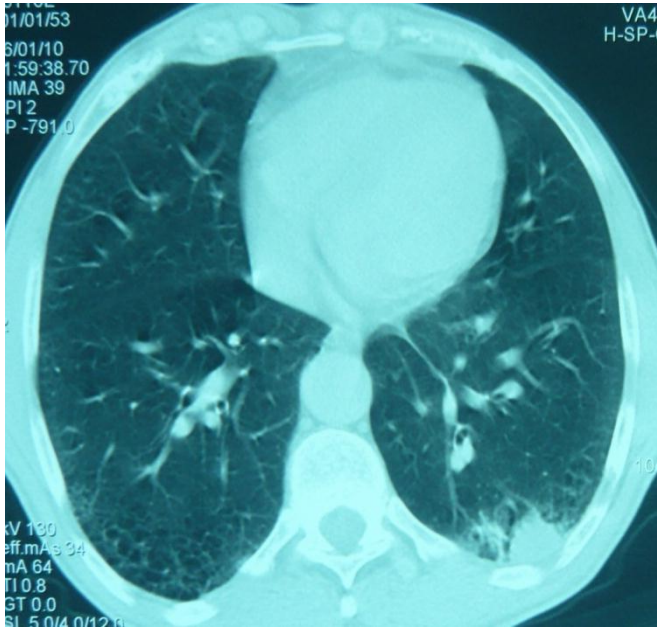


Figure n° 93 : empyème pulmonaire gauche.

[Série personnelle]

- Marqueurs tumoraux : étaient sans particularité en dehors d'une élévation du PSA (3ng/ml)

Malheureusement le patient est décédé avant qu'un diagnostic précis ne soit obtenu.

OBSERVATION N°5 :

CLINIQUE : Patiente de 38 ans (le reste ?)

IMAGERIE :

- **IRM cérébrale :**

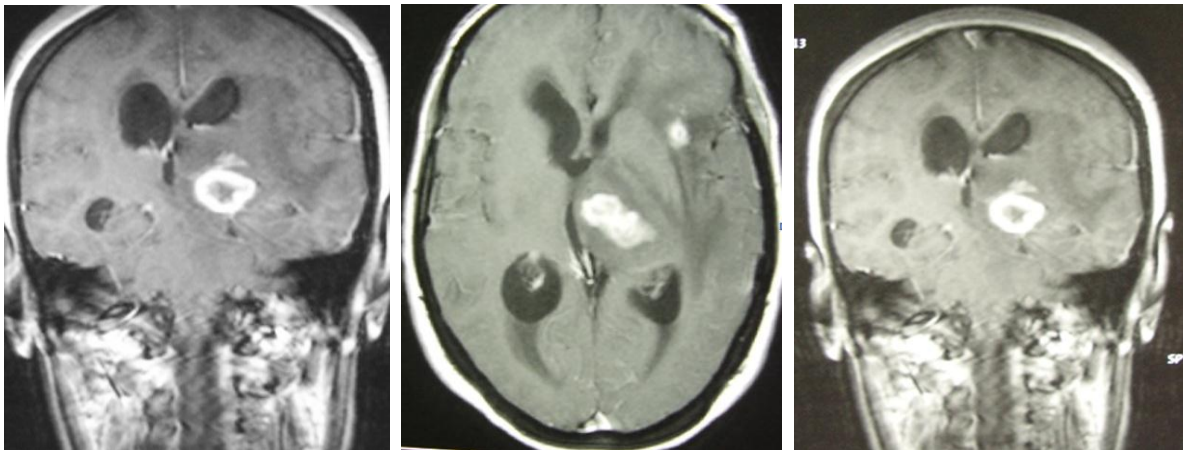


Figure n° 94 : interprétation ? [Série personnelle]

BIOPSIE STEREOTAXIQUE :

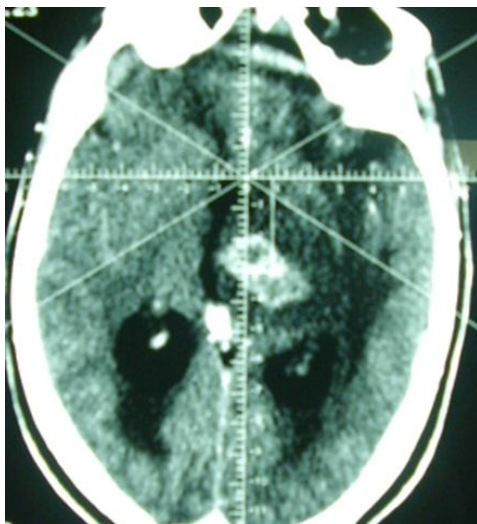


Figure n° 95 : scanner de repérage. La cible biopsique est choisie dans la zone prenant le contraste en périphérie de la lésion.

[Série personnelle]

ANATOMO-PATHOLOGIE : tuberculome

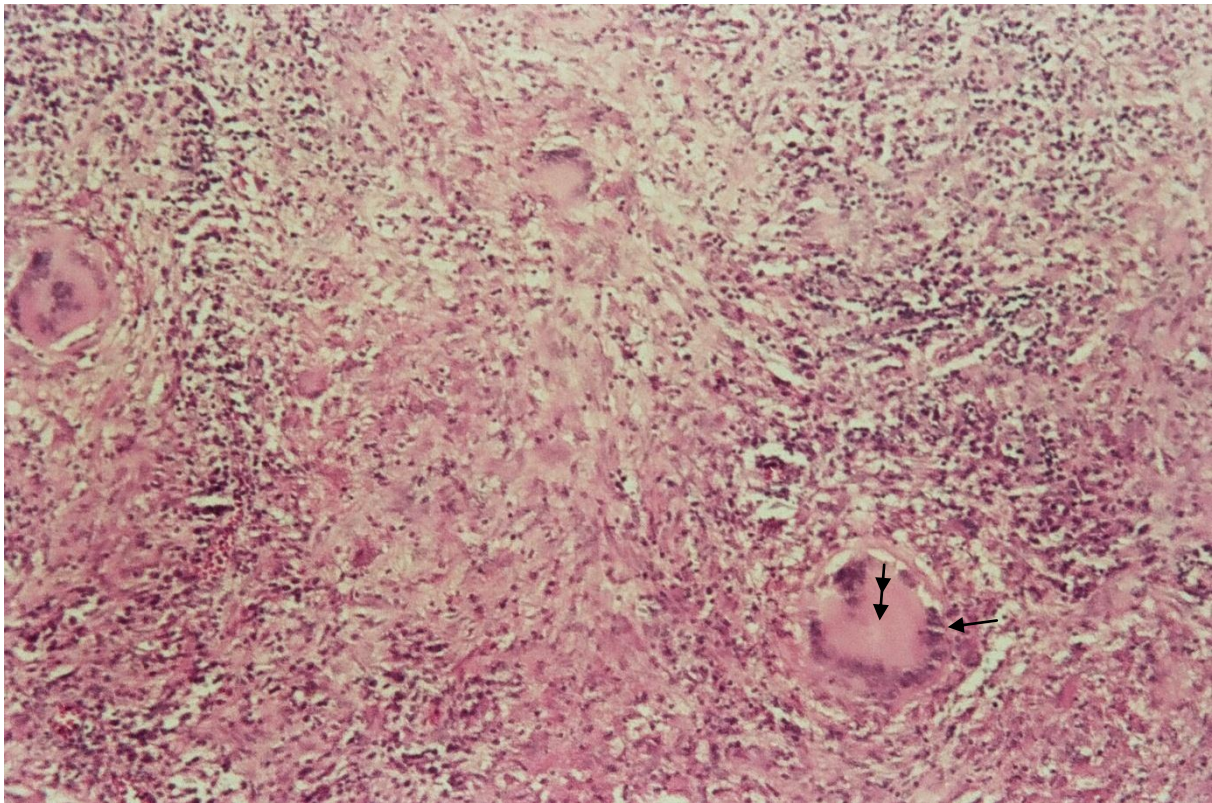


Figure n° 96 : parenchyme cérébral siège d'une réaction inflammatoire faite de nombreux granulomes épithélio géantocellulaires (flèche) avec nécrose caséuse centrale (double flèche).

[Série personnelle]

OBSERVATION N° 6 :

CLINIQUE : patiente âgée de 38 ans, admise pour crises convulsives.

IMAGERIE :

- **TDM :**

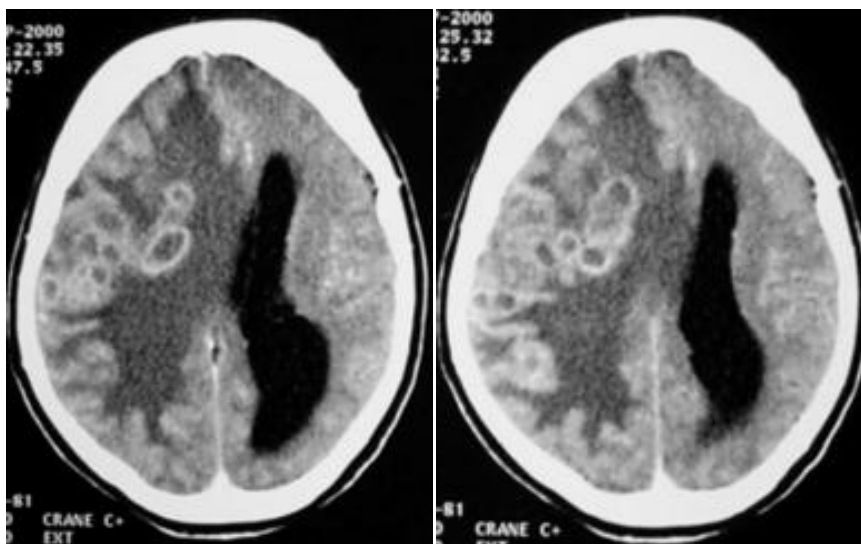


Figure n° 97 : [Série personnelle]

- **IRM :**

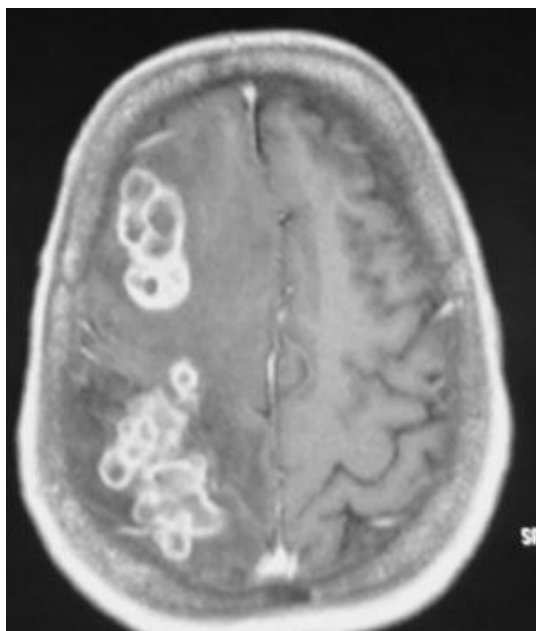


Figure n° 98 :

[Série personnelle]

ANATOMIE PATHOLOGIQUE :

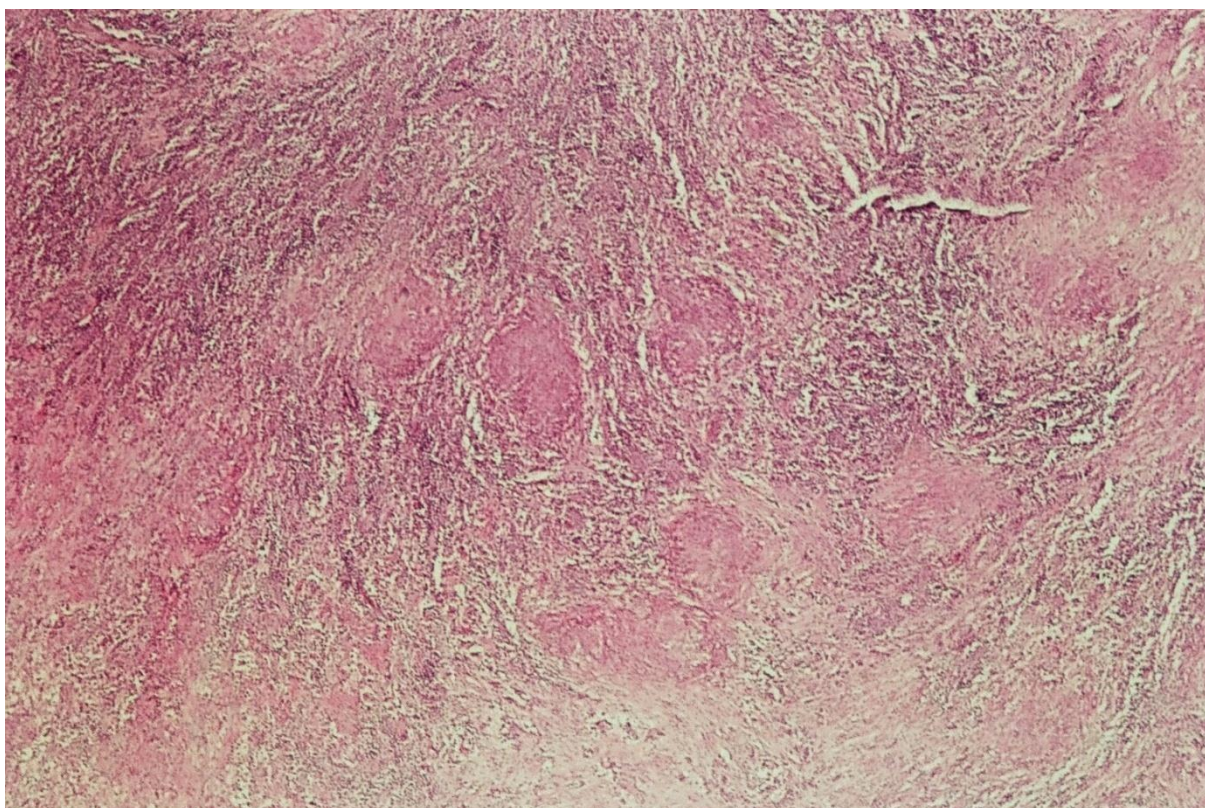


Figure n° 99 : [Série personnelle]

EVOLUTION : après 12 mois de traitement antituberculeux :

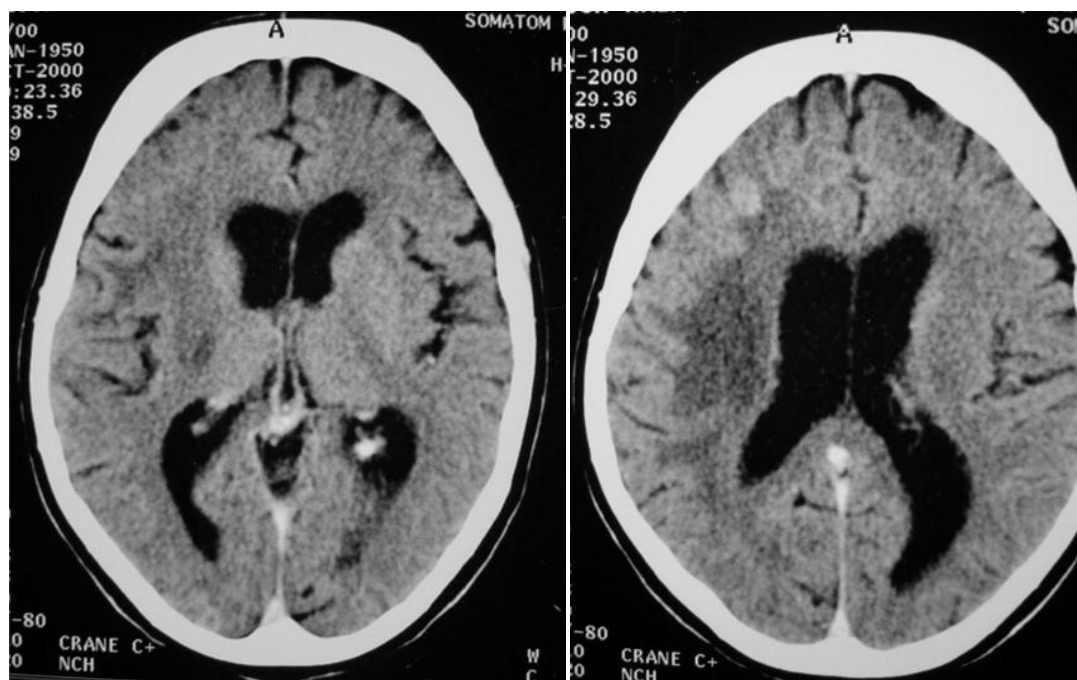


Figure n° 100 : [Série personnelle]

OBSERVATION N°7 :

CLINIQUE :

IMAGERIE :

BIOPSIE STEREOTAXIQUE :

ANATOMO-PATHOLOGIE : LYMPHOME

OBSERVATION N°8 :

CLINIQUE : patient de 65 ans sans ATCD pathologique notable qui présente depuis 1 mois un syndrome vertigineux avec amnésie antérograde et une hypoacousie bilatérale. L'examen neurologique retrouve une hypotonie spastique.

IMAGERIE :

- TDM :

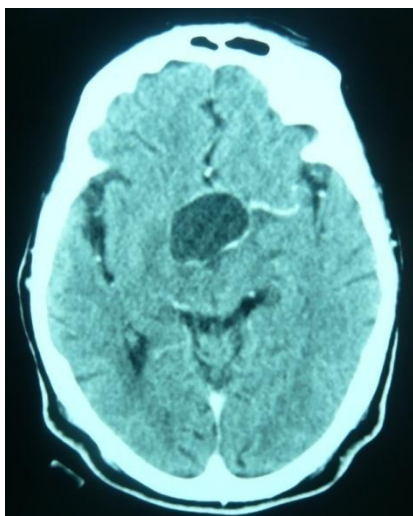


Figure n° 101 :

[Série personnelle]

- IRM :

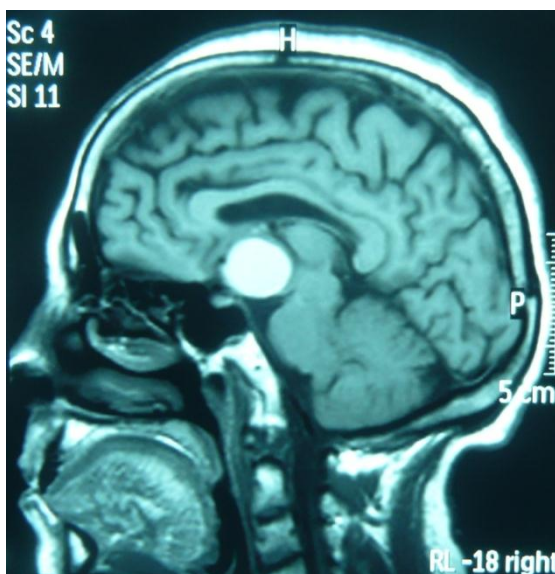


Figure n° 102 :

[Série personnelle]

OBSERVATION N°9 :

CLINIQUE : patient de 55 ans, hypertendu depuis 10 ans, admis pour altération de la conscience.

IMAGERIE

- TDM cérébrale :

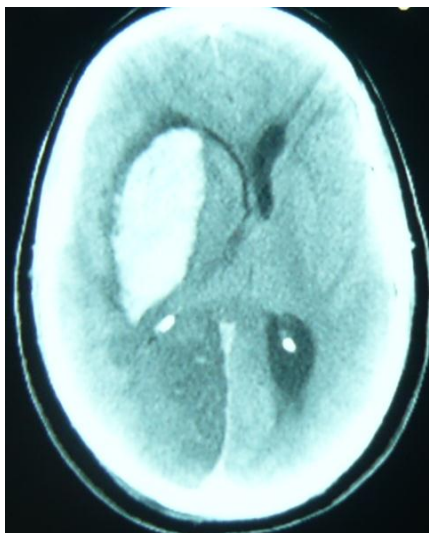


Figure n° 107 : hématome des noyaux gris centraux

[Série personnelle]

CHIRURGIE STEREOTAXIQUE :

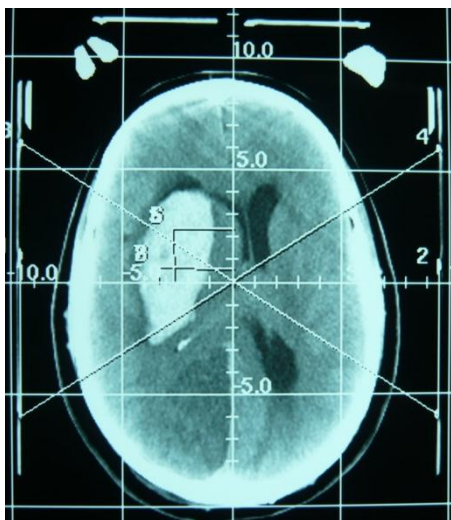


Figure n° 108 : scanner de repérage,

[Série personnelle]



Figure n° 109 : évacuation stéréotaxique de l'hématome [Série personnelle]



Figure n° 110 : aspect macroscopique du sang évacué [Série personnelle]



Figure n° 111 : lavage au sérum physiologique. [Série personnelle]

OBSERVATION N°10 :

CLINIQUE : patiente de 19 ans, admise pour syndrome d'HTIC paroxystique.

IMAGERIE :

- TDM :

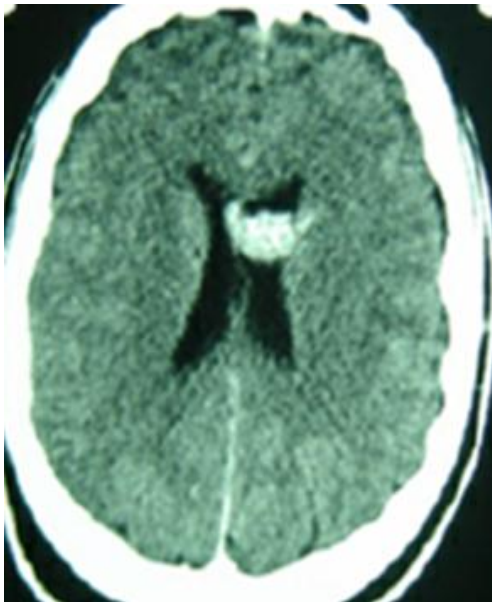


Figure n° 112 :

[Série personnelle]

- IRM

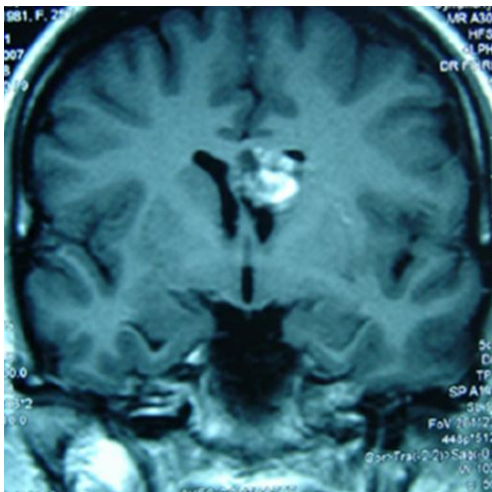


Figure n° 113 :

[Série personnelle]

CHIRURGIE STEREOTAXIQUE :

Patiente opérée après repérage scannographique de la lésion et mise en place d'un cadre stéréotaxique, celui-ci reste en place durant l'acte chirurgical à ciel ouvert pour guider le neurochirurgien.

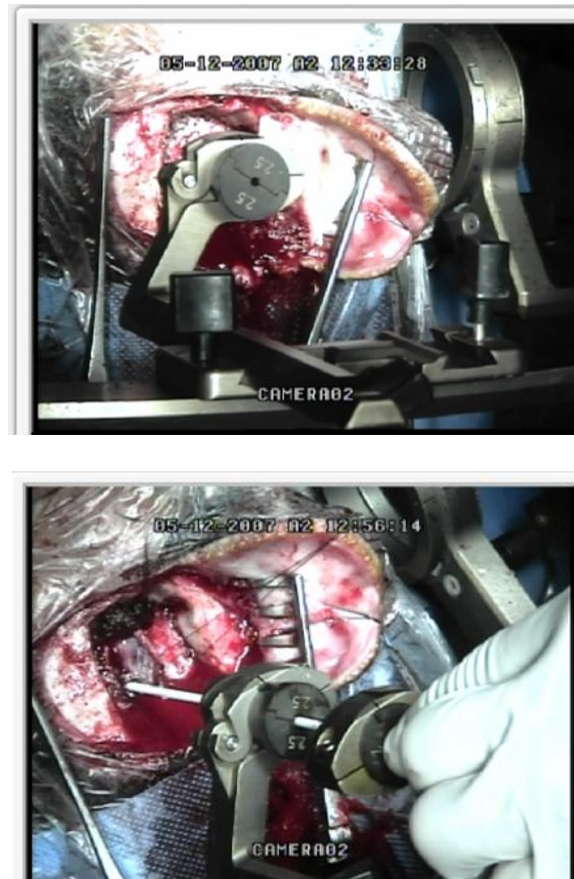


Figure n° 114 : vues opératoires de l'ablation d'un cavernome, chirurgie guidée par cadre stéréotaxique [Série personnelle]

DISCUSSION

Après avoir exposé les résultats nous procéderons à la comparaison de celles-ci avec certaines données de la littérature et ce pour les paramètres les plus partagés par différents auteurs et intimement liés à cette procédure.

A la lumière de cette comparaison nous essayerons de répondre à 3 questions capitales :

- ✓ Quels sont les facteurs intervenants dans l'obtention dans la négativité d'une biopsie stéréotaxique ? la finalité étant l'augmentation de la fiabilité de la technique.
- ✓ Quels sont les facteurs impliqués dans la survenue de complications liées à la réalisation d'une chirurgie stéréotaxique ? l'innocuité de la procédure sera ainsi évaluée.
- ✓ Quel est l'apport de la stéréotaxie à visée thérapeutique dans notre série ?

I. FREQUENCE :

La fréquence d'utilisation de la BST reste très disparate dans la littérature, ceci est dû à plusieurs facteurs, entre autre la multiplicité des centres de neurochirurgie dans une même ville, aux indications de la technique selon les équipes ainsi qu'à l'expérience du service.

En ce qui concerne notre formation, et depuis 1999, la chirurgie stéréotaxique est de plus en plus pratiquée que ce soit dans un but diagnostique ou thérapeutique, comme le montre la courbe croissante de nombre de biopsies réalisées par an (figure n°67)

Le tableau suivant résume différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur période de recrutement.

Auteurs	Période	Nombre de cas
BENABID et al. (séries françaises, 11 centres)	-	3052
DECQ et al. (série française)	12 ans	678
MANRIQUE et al. (série espagnole)	6 ans	200
KANPOLAT et al. (série turque)	8 ans	130
WITTE et al. (série belge)	11 ans	201
TORNER et al. (série américaine)	13 ans	225
USHIO et al. (série japonaise)	10 ans	91
EL AZHARI et al. (série marocaine, CHU Ibn Rochd - Casablanca)	7 ans	351
BELLAKHDAR et al. (série marocaine, Hôpital Avicenne - Rabat)	10 ans	256
EL KHAMLIHI et al. (série marocaine, hôpital des spécialités - Rabat)	2 ans	40 cas
Notre série	11 ans	142

Tableau n° 1 :

Nous avons choisi pour comparaison :

- ✓ Des séries qui rapportent leur expérience globale (sachant que la plupart des publications concernent une modalité technique ou une localisation particulière des processus intracrâniens) aux 4 coins du monde.

- ✓ Toutes les séries marocaines retrouvées dans la littérature. Notons que la série de l'hôpital de spécialité de Rabat concerne la biopsie stéréotaxique réalisée avec repérage IRM sur une durée de 2 ans.

II. AGE ET SEXE :

L'âge moyen de nos patients est de 48 ans (limites d'âge : 11 à 75 ans), avec une nette prédominance masculine, ceci peut être expliqué (au moins en partie) par le recrutement de patients adultes de sexe masculin au sein de l'hôpital militaire.

105 de nos patients (soit 74%) avaient l'âge ≥ 40 ans. Vu la fréquence des tares et du mauvais état général dans cette tranche d'âge, la stéréotaxie est d'un grand apport dans le diagnostic neuropathologique tout en évitant une intervention chirurgicale à ciel ouvert.

III. ANTECEDENTS :

10% de nos patients ont un antécédent de tuberculose, le Maroc étant un pays d'endémie de cette pathologie, la biopsie stéréotaxique revêt une importance capitale dans la différenciation entre tuberculome et autres processus expansifs intracrâniens, un traitement médical évitera au malade un geste chirurgical invasif. Notons qu'un cas d'abcès tuberculeux a bénéficié d'un geste de drainage en condition stéréotaxique.

21% de nos patients ont un antécédent de diabète et/ou HTA, l'importance de la stéréotaxie est à signaler encore une fois car qu'aussi bien l'anesthésie générale que la chirurgie à ciel ouvert sont à risque chez les patients multitarés.

IV. MOYENS D'IMAGERIE UTILISES :

1. A visée diagnostique :

Tous nos patients ont bénéficié d'une TDM cérébrale avec injection de produit de contraste, vu l'accessibilité de ce moyen ainsi que le grand nombre de renseignements qu'on peut en tirer.

Chez 85% de nos patients on a eu recours à une IRM cérébrale, les avantages de cette technique ont été largement expliqués précédemment.

Chez 3 patients, nous avons réalisé une spectroscopie par résonance magnétique (SRM) dans les 3 cas le diagnostic présomptif de glioblastome (par effondrement de N-acétyl aspartate « NAA » et pic de cholines « Cho ») a été confirmé à l'étude anatomopathologique des fragments de biopsiques.

Pour repérage :

La plupart des centres dans les pays développés utilisent un double guidage pour la TDM et l'IRM, selon les indications, le siège et la morphologie radiologique de la lésion (références), alors que d'autres auteurs utilisent uniquement le repérage scannographique (références).

a. REPERAGE SCANNOGRAPHIQUE :

➤ Choix du site de biopsie :

Les travaux de KELLY et DAUMAS-DUPORT ont bien démontré, en matière de tumeurs gliales, que les zones pathologiques prenant le contraste correspondent pratiquement toujours (dans 84,2% des cas) à du tissu tumoral. Les zones hypodenses correspondent dans 75,5% des cas à du parenchyme cérébral infiltré de cellules tumorales isolées, dans 11,8% des cas à du tissu tumoral et dans 12,7% des cas à de la nécrose ou à de l'œdème.

Sur 184 prélèvements biopsiques, GREENE retrouve que les hypodensités centro-tumorales (61 prélèvements) correspondent à du tissu tumoral dans 55,7% des cas et à de la nécrose dans 21,3% des cas ; le diagnostic reste relativement imprécis dans 22,9% des cas. Lorsque le prélèvement intéresse la prise de contraste périphérique, le prélèvement correspond dans 67,3% des cas à du tissu tumoral et dans 3,9% des cas à de la nécrose ; dans 28,7% des cas le diagnostic peut rester imprécis. Au niveau de l'hypodensité périlésionnelle, la biopsie retrouve du tissu tumoral dans 36,3% des cas ; le diagnostic est incertain dans les autres cas. Il n'est pas retrouvé de cellules tumorales isolées.

Ces différentes données sont confirmées par les travaux sur les corrélations entre les études anatomo-pathologiques post-mortem et les images scénographiques (NGUYEN, 1984).

Ainsi, en cas de lésion de densité homogène (sans ou après injection de contraste), c'est le centre de la lésion qui constituera habituellement la cible. En cas de lésion à centre hypodense (kystique ou nécrotique), on préférera choisir une cible complémentaire en périphérie de la lésion, au niveau de sa partie charnue prenant le contraste. En cas de lésion très inhomogène, il pourra être nécessaire d'envisager plusieurs sites de biopsie ; ces prélèvements étagés devront également intéresser les zones hypodenses périlésionnelles.

➤ Trajectoire de biopsie :

Dans la plupart des cas, la trajectoire de biopsie est assez simple à choisir. Les trajectoires se rapprochent en effet souvent des trajectoires classiques utilisées pour la ponction des cavités ventriculaires. Ces trajectoires, dites en "**double obliquité**", sont faciles à réaliser avec les cadres stéréotaxiques actuels (notamment le cadre LEKSELL). Ces systèmes, qui utilisent pour la plupart le principe de l'arc isocentrique, permettent de choisir librement le point d'entrée

cortical ; ainsi, sans calculs particuliers, il est facile d'éviter les zones fonctionnelles et les vaisseaux de la surface corticale. Il est cependant parfois nécessaire de calculer l'angulation de la trajectoire de façon plus précise :

- ✓ Lorsqu'il s'agit d'effectuer 2 prélèvements de siège bien déterminé au sein d'une même lésion (au centre et à un endroit précis de sa périphérie par exemple). Il est alors nécessaire de calculer la trajectoire afin qu'elle permette d'atteindre ces 2 points consécutivement, ce qui évite d'envisager 2 trajectoires différentes. Le calcul de la trajectoire peut s'effectuer de façon "manuelle" par un calcul d'angle relativement simple, ou en utilisant des programmes informatiques spécialement conçus.

Les principes du calcul d'angle sont résumés dans les **FIGURES**.

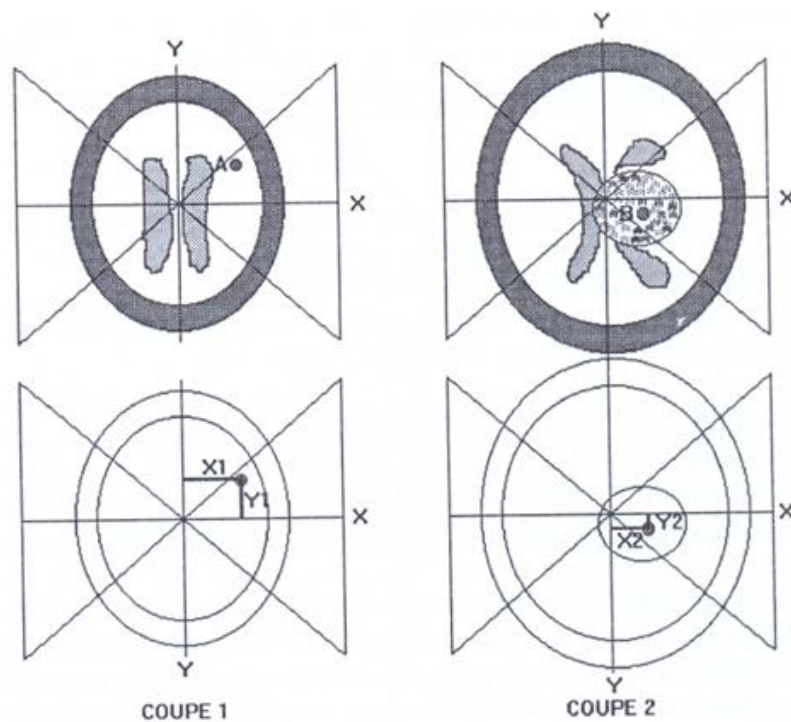


Figure n° : Détermination d'une trajectoire en double obliquité. Dans cet exemple, il a été choisi de réaliser la biopsie au niveau du point B (coupe 2) et de passer en A au niveau de la coupe 1, afin d'éviter de traverser le ventricule (image supérieure). Les coordonnées du point A (X_1 et Y_1) et du point B (X_2 et Y_2) par rapport au centre géométrique du cadre sont représentées sur les images inférieures.

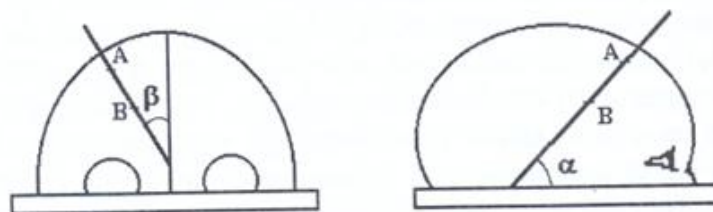


Figure n° : représentation de la trajectoire (sur une incidence de face et de profil)

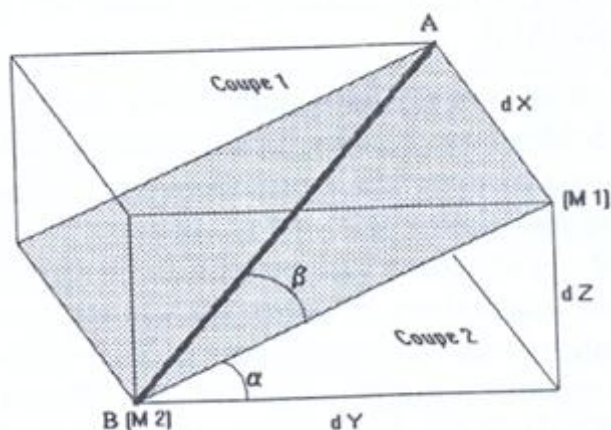


Figure n° : calcul de l'angulation de la trajectoire

L'angle α correspond à l'angle d'inclinaison de l'arceau stéréotaxique (dont le plan est représenté en grisé) par rapport au plan du cadre. C'est cet angle qui sera affiché sur les cercles latéraux du cadre. La distance qui sépare les deux coupes scannographiques (coupe 1 et coupe 2 correspondant aux faces inférieure et supérieure du parallélogramme) est représentée par dZ

dX est la distance qui sépare les points A et B le long de l'axe des X (latéralité) : $dX = X1 - X2$

dY est la distance qui sépare les points A et B le long de l'axe des Y (latéralité) : $dY = Y1 + Y2$

On peut écrire : $\tan\alpha = \frac{dZ}{dY}$ ou $\tan\alpha = \frac{dZ}{Y1+Y2}$ et donc $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{dZ}{Y1+Y2}\right)$

si par exemple $Y1=25\text{mm}$ et $Y2=10\text{mm}$ et $dZ=40\text{mm}$ on obtient $\alpha = 48,8^\circ$

L'angle β est l'angle que fait la trajectoire avec le plan médian du cadre. C'est l'angle que l'on affichera sur l'arceau pour positionner le porte-trocart. Le calcul de cet angle nécessite de calculer au préalable la distance M1-M2 (projection de AB sur l'axe médian du cadre).

D'après le théorème de pythagore : $(M1M2)^2 = dZ^2 + dY^2$ donc $M1M2 = \sqrt{dZ^2 + dY^2}$

on peut écrire $\tan\beta = \frac{dX}{M1M2}$ donc $\beta = \tan^{-1}\left(\frac{X1-X2}{\sqrt{dZ^2 + dY^2}}\right)$

si par exemple : $X1 = 35\text{ mm}$ et $X2 = 20\text{mm}$. On obtient $\beta = 15,7^\circ$

- ✓ Lorsqu'il est impératif d'éviter en profondeur de structures vasculaires importantes telles que les vaisseaux du polygone de Willis, les artères insulaires ou la veine cérébrale interne. La technique la plus sûre nous paraît d'utiliser une artériographie stéréotaxique per-opératoire. La trajectoire est alors calculée pour atteindre la cible choisie au scanner et éviter ces structures vasculaires. Les tumeurs temporales internes ou insulaires sont habituellement abordées par une voie latérale orthogonale, selon la technique préconisée par TALAIRACH et SZIKLA (SZIKLA, 1980).

Cas particuliers des tumeurs du tronc cérébral et de la région pinéale :

Fonction de leur localisation exacte, les **tumeurs du tronc cérébral** peuvent être abordées par 2 voies. Les lésions du pédoncule cérébral ainsi que les lésions situées à la partie médiane de la protubérance, voire certaines lésions bulbaires peuvent être biopsiées par une voie frontale, suivant le grand axe du tronc cérébral (HOOD 1986). Il est nécessaire de calculer très exactement l'inclinaison de la trajectoire tant dans le plan frontal que sagittal. Les reconstructions à partir du scanner ou les coupes correspondantes en I.R.M. sont indispensables. Pour minimiser les lésions séquellaires liées à la traversée du tronc cérébral, il est recommandé d'utiliser des trocarts de faible diamètre (1,5 mm de diamètre pour HOOD (HOOD 1986).

Les lésions latérales du tronc cérébral ou les lésions des hémisphères cérébelleux sont habituellement abordées par voie trans-cérébelleuse sous-occipitale (ABERNATHEY 1989, GUTHRIE 1989), le patient étant positionné en décubitus ventral ou latéral. La voie trans-tentorielle par abord dans la région pariéto-occipitale a été préconisée par APUZZO

(APUZZO 1983) ; cette technique, qui fait courir le risque d'hémorragie lors de la pénétration du trocard au niveau du cortex cérébelleux, semble très rarement utilisée.

Les **tumeurs de la région pinéale** peuvent abordées par voie orthogonale latérale ou en double obliquité (antérieure ou postérieure) (PERAGUT 1987). la voie en double obliquité antérieure (abord frontal pré-coronal 3cm en dehors de la ligne médiane) sous contrôle artériographique permet de choisir une trajectoire passant sous les veines cérébrales internes et la veine de Galien et en dedans des veines basilaires et des artères cérébrales postérieures. Cette trajectoire permet également d'éviter une blessure des veines thalamo-striées. La fréquence des complications liées à la biopsie des tumeurs de cette région varie selon les séries (cf. morbidité liée à la chirurgie stéréotaxique) et paraît plus importante que dans les autres localisations.

b. REPERAGE PAR IRM :

La biopsie sous guidage IRM permet la localisation de la lésion dans les trois plans de l'espace ainsi que le calcul de la trajectoire, et de l'angle dans les plans sagittal et coronal.

L'IRM est actuellement techniquement facile de réaliser des I.R.M. en conditions stéréotaxiques. Le cadre de Leksell, ainsi que la plupart des cadres récents, sont compatibles avec ce type d'imagerie et les systèmes de repérage sont également adaptés à tous les types d'antennes.

Le repérage I.R.M. est indispensable dans certains cas d'astrocytomes infiltrants uniquement décelables en I.R.M.. Le repérage I.R.M. est également particulièrement utile lorsque les limites tumorales sont mal définies en scanographie ou lorsqu'il s'agit de lésions pour lesquelles le repérage

scanographique a visée biopsique est reconnu comme peu fiable (tumeur d'apparence nécrotique par exemple) (TARATUTO, 1991).

KELLY (KELLY, 1987), a dans cet optique, bien démontré l'intérêt d'intégrer l'I.R.M. au bilan stéréotaxique. Cet auteur a notamment établi qu'il existait une bonne corrélation entre les zones infiltrées de cellules tumorales isolées et les zones hyperintenses en T2. Les zones hyperintenses en T1 apparaissent moins spécifiques, pouvant correspondre aussi bien à du tissu tumoral proprement dit qu'à du parenchyme cérébral infiltrées de cellules tumorales isolées.

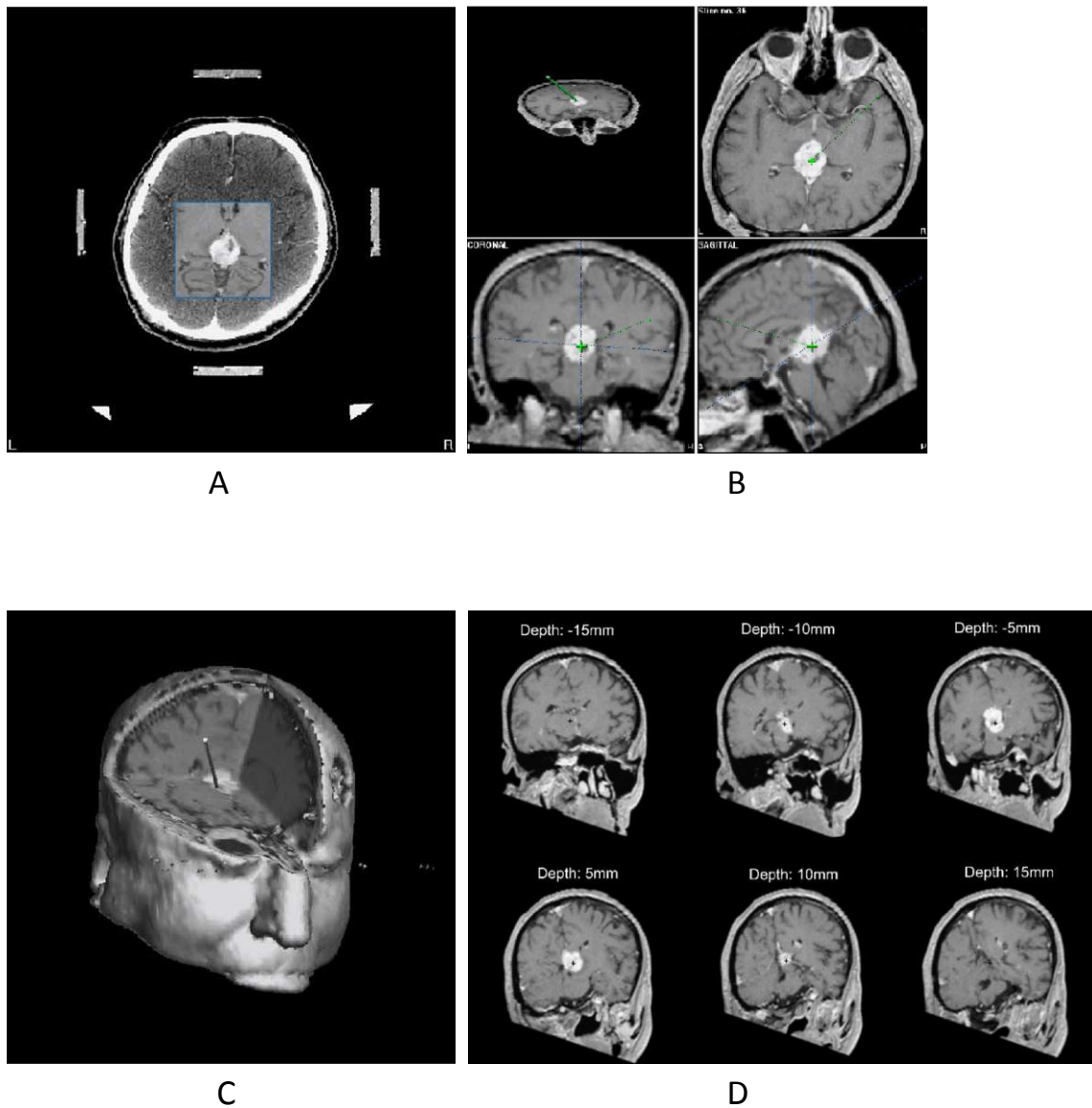
La meilleure visualisation des structures anatomiques - notamment vasculaires - par rapport au scanner, est également un élément important pour le choix de certaines voies d'abord difficiles (EHRICKE, 1992). Il est dans ce cas nécessaire d'utiliser des programmes d'acquisition en 3 dimensions pour simuler les trajectoires.

Il ne faut cependant pas mésestimer les possibilités d'erreurs liées au repérage IRM L'interprétation des zones réellement tumorales n'est pas encore toujours évidente et les erreurs de mesure liées à la déformation des images par le champ magnétique existent encore, notamment en périphérie de champ.

BELAKHDAR et coll. rapporte 17 cas de stéréotaxie sous guidage IRM, particulièrement dans les zones à haut risque (tronc cérébral et région pinéale). Celle-ci était dans tous les cas concluante, sans aucun décès ou complication.

EL KHAMLICHI et coll. rapporte une série de 40 cas de biopsie stéréotaxique avec repérage IRM.

Dans notre série, tous les patients ont bénéficié seulement à un repérage scannographique.



A : fusion d'images IRM et TDM stéréotaxiques dans le cas d'une tumeur de la région pinéale
B : repérage stéréotaxique sur des images IRM (cible choisie au centre de la lésion) en plusieurs plans.

C : affichage en 3 dimensions de la trajectoire de la canule.

D : les images de simulation fournissent des renseignements chirurgicaux essentiels : la trajectoire est loin des veines cérébrales internes et des autres structures vasculaires. La trajectoire doit rester dans les limites de -10 et de 10mm par rapport au centre ciblé de la tumeur : Possibilité d'atteinte des structures vasculaires de la région pinéale au delà de 10 mm et absence de tissu tumoral à 15 mm.

Figure n° : avantages du repérage en condition IRM

c. TOMOGRAPHIE PAR EMISSION DE POSITONS :

Certaines équipes ont développés des moyens pour permettre d'effectuer un PET scan en conditions stéréotaxiques (LEVIVIER, 1992). En matière de tumeur cérébrale, il semble bien que le PET scan apporte des éléments intéressants sur le siège des zones tumorales les plus actives. Cet examen peut donc aider au choix des sites de biopsie. En limitant le ou les prélèvements à ces zones on peut espérer augmenter la fiabilité de la biopsie et potentiellement diminuer les risques liés à la pratique de biopsies étagées. Les possibilités d'effectuer cette procédure sont cependant limitées par le nombre des appareils disponibles. L'apport de cette technique demande également une évaluation sur un nombre plus important de cas.

V. RESULTATS ANATOMO-PATHOLOGIQUES :

L'une des questions qui ont été relevée au cours de notre exploitation était la fiabilité de l'examen anatomo-pathologique extemporané. Pour cela il a fallu comparer tous les résultats en extemporanée à ceux de l'examen anatomopathologique définitif. Malheureusement nous n'avons pas pu réaliser cette étude, et ce pour les raisons suivantes :

- L'absence d'examen extemporané systématique au début de l'expérience.
- Les difficultés à retrouver les deux résultats simultanément inscrits sur le dossier pour tous les patients.

Dans la littérature, la discordance entre les résultats de l'examen anatomopathologique extemporané et définitif varient entre 5 % et 38.46 %. La présence de nécrose massive et la petite taille des biopsies sont les causes de discordance les plus rapportés dans différentes études (références).

EL KHAMLICHI et al. dans une série de 40 patients qui ont bénéficié d'une biopsie stéréotaxique avec un repérage IRM, les résultats de l'examen anatomopathologique étaient comme suit :

Nombre de cas	Pourcentage	diagnostic à l'étude anatomopathologique extemporané et définitive
33 cas	82,5%	Diagnostics identiques
6 cas	15%	Diagnostics différents
1 cas	2,5%	Examen extemporané non fait, avec un résultat définitif non concluant

Tableau n° 2 :

KANPOLAT et al. (série turque) à travers une étude prospective de 130 cas de biopsies stéréotaxiques, rapporte 9 cas de discordance (parmi les 129 diagnostics histologiques obtenus) :

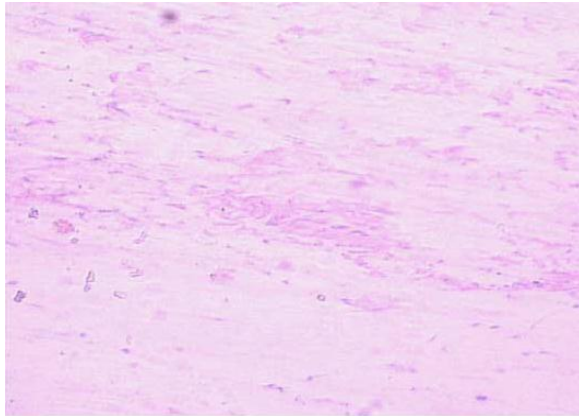
Résultat de l'étude extemporané	Résultat de l'étude définitive	cause de discordance
Nécrose	Glioblastome multiforme	Présence de nécrose
Nécrose	Glioblastome multiforme	Présence de nécrose
Nécrose	Lymphome de haut grade	Présence de nécrose
Ependymome	Oligodendrogliome	Préparation de mauvaise qualité
Infection granulomateuse	Métastatse d'une tumeur épithéliale	cellules malignes mimant les cellules épithéloïdes
Gliose	Astrocytome anaplasique	Préparation de mauvaise qualité
Métastase	Glioblastome multiforme	Préparation de mauvaise qualité
Craniopharyngiome	Kyste épidermoïde	Préparation de mauvaise qualité

Pinéaloctome

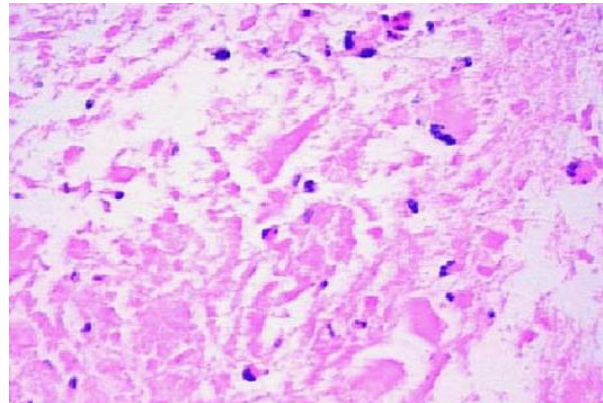
Oligodendrogliome

Similitude cytologique

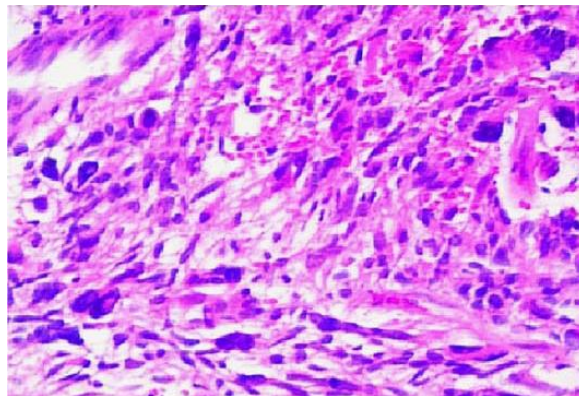
Tableau n° 3 :



A (H&E x200)



B (H&E x400)



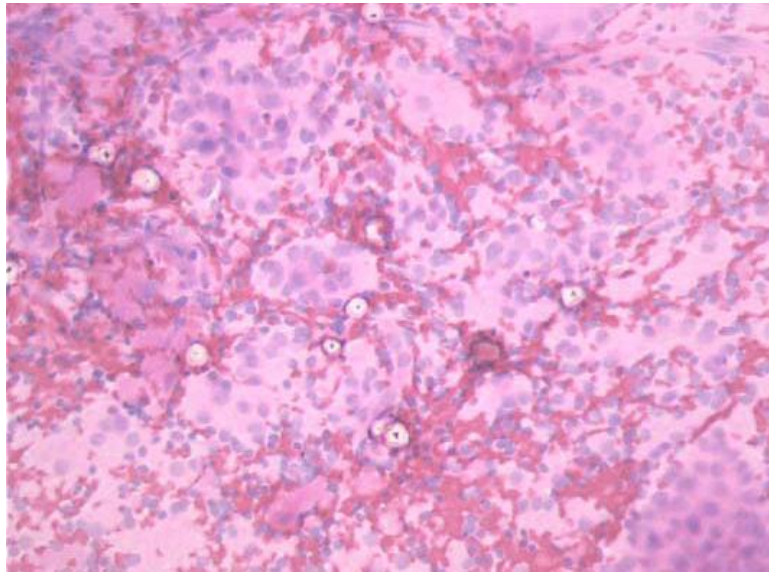
C (H&E x400)

A : une lame de l'examen anatomopathologique extemporané montrant une nécrose massive.

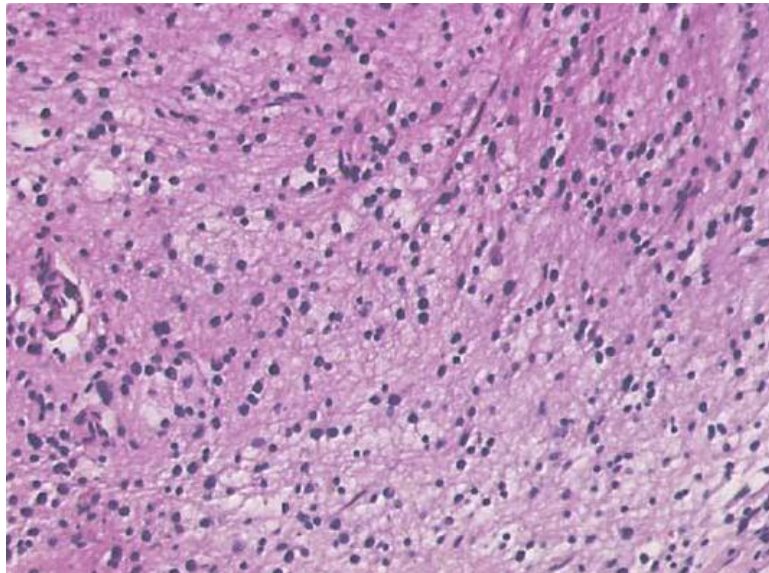
B : l'une des coupes sériées au cours d'un examen anatomopathologique conventionnel montrant également de la nécrose isolée.

C : l'une des coupes sériées au cours d'un examen anatomopathologique conventionnel montrant un glioblastome multiforme : aspect enchevêtré en arrière plan, pléomorphisme et atypies des cellules gliales.

Figure n° : un cas de discordance entre résultats de l'anatomopathologie extemporanée et définitive à cause de la nécrose tumorale.



A (H&E x400)



B (H&E x200)

A : à l'examen anatomopathologique extemporané : cellules monomorphes à noyaux arrondis et un aspect en rosette avec en arrière plan des érythrocytes qui ont été prises pour un épendymome ?

B : à l'examen anatomopathologique définitif : cellules uniformes à petits noyaux arrondis entourées d'un halo clair avec un fond enchevêtré évoquant un oligodendrogliome.

Figure n° : un cas de discordance entre les résultats de l'anatomopathologie extemporanée et définitive à cause d'une préparation de mauvaise qualité.

Concernant le résultat anatomopathologique définitif, tous les auteurs (numéros des références) font état d'une prédominance nette des tumeurs gliales, qui représentent plus de 50% des biopsies pratiquées, suivies des métastases cérébrales et à moindre pourcentage des lymphomes et rarement de l'origine inflammatoire et infectieuse. Les séries marocaines rapportent une fréquence importante de tuberculomes, celle-ci est rarement rapportée dans les séries occidentales.

AUTEUR	Gliomes	Métastases	Lymphomes	Tuberculomes	Autres
DECQ	70%	6%	5%	-	19%
MANRIQUE	74%	15%	5%	-	4%
KANPOLAT	61,7%	15%	9%	-	14%
USHIO	40,5%	14,8	14,85%	-	19,5%
EI AZHARI	61%	23%	7%	1%	8%
BELLAKHDAR	58%	14,6%	5,8%	12,4%	8%
EL KHAMLI	65%	12,5%	12,5%	5%	5%
NOTRE SERIE	51%	28%	4%	4%	5%

Tableau n° 4 : tableau récapitulative des différents résultats de l'anatomo-pathologie

Les autres résultats, moins fréquemment retrouvés étaient représentés par :

- germinomes
- pinéaloblastome
- adénome
- PNET
- médulloblastome
- craniopharyngiome
- dysplasie neuronale
- méningiome
- cavernome
- kyste épidermoïde
- kyste colloïde
- abcès
- encéphalite
- hématome
- infarctus
- leucodystrophie
- pachyméningite
- démyélinisation active

Parfois aucun diagnostic n'est retrouvé, la réponse de l'anatomopathologiste est non spécifique (gliose réactionnelle, nécrose) rendant la biopsie stéréotaxique non concluante. Dans le chapitre suivant nous analyserons ces cas afin d'évaluer la fiabilité de la technique.

VI. FIABILITE DE LA TECHNIQUE :

1. Fiabilité :

La difficulté parfois de la technique à obtenir un diagnostic histopathologique s'avère un véritable défi pour les opérateurs.

Dans notre expérience, 10 cas (soit 8%) de biopsie stéréotaxique étaient non concluantes. L'attitude était de refaire une biopsie stéréotaxique et parfois avoir recours à une chirurgie à ciel ouvert. Le diagnostic était redressé dans certaines situations, tel que nous l'avons exposé. Cependant pour un patient nous n'avons pas obtenu de diagnostic histologique même après deux BST et une biopsie à ciel ouvert.

Dans notre expérience la fiabilité la biopsie stéréotaxique, en ne tenant compte que de la première tentative biopsique, était de 92%. Ce taux rejoint celui de la littérature (figure).

Parmi les plus grande série de biopsies stéréotaxiques publiées dans la littérature on retrouve :

- KIM J.E et al. (étude multicentrique, 7471 cas) rapporte un taux de biopsies non concluantes de 80 à 99% (en moyenne 91%).
- BENABID et al. (11 centres, 3052 cas). La biopsie s'est révélée négative (cible manquée) dans 1 à 15% des cas, imprécise (résultat faux ou incertain) dans 1 à 27% des cas.

Plusieurs auteurs rapportent un taux de négativité qui avoisine le notre, ainsi :

- BELLAKHDAR dans une série de 256 cas n'a pas pu obtenir un diagnostic histologique lors d'une première tentative biopsique chez 20 patients (soit 7,8%)
- sur 302 biopsies stéréotaxiques OSTERTAG (OSTERTAG, 1980) retrouve dans 8,6% des cas une gliose non spécifique.
- TARATUTO (TARATUTO, 1991) reste sur un diagnostic imprécis dans 7,94% des cas (21/307 biopsies). Dans 5 cas (1,6% des cas) la cible a été manquée ; dans les autres cas, il s'agissait d'une gliose ou d'un tissu nécrotique ou inflammatoire. Comme DAUMAS-DUPORT (DAUMAS-DUPORT, 1983), cet auteur insiste sur l'intérêt des biopsies étagées qui permettent de préciser la configuration spatiale des tumeurs, ce qui peut aider à mieux poser les indications thérapeutiques, d'irradiation interstitielle notamment.

Dans la série de DECQ et al. (série française) la biopsie s'est avérée fiable dans 91,8% des cas : Sur 376 cas, la cible a été manquée 2 fois (0,5% des cas) et le résultat s'est avéré imprécis dans 28 cas (7,6% des cas). Dans 10 cas, le doute diagnostic restait restant trop important (diagnostic de nécrose sans orientation diagnostique), et une 2e biopsie à été réalisée (2,7% des cas). Cette 2e biopsie a dans tous les cas permis de rétablir un diagnostic précis. Dans 18 cas l'imprécision du diagnostic n'a pas eu de conséquences graves. Il a, en effet, souvent s'agit d'erreurs de "grading" de tumeurs astrocytaires (9 cas) ou de typage de lymphomes (1 cas). Dans 4 autres cas, il a été difficile de trancher entre radionécrose et récurrence d'astrocytome malin

Dans cette série les facteurs essentiellement liés à la négativité de la biopsie étaient :

- ✓ le caractère étagé ou non de la biopsie. En effet, chaque fois que la biopsie a pu être étagée (55,3% des cas), l'imprécision a été beaucoup plus faible (4,43% des cas contre 8,53% en cas de biopsie non étagée).
- ✓ De la même façon, le nombre de fragments prélevés était un facteur déterminant : lorsqu'il y a eu moins de 4 prélèvements (64,9% des cas), la biopsie a été imprécise dans 10,13% des cas (contre 3,41% lorsqu'il y a eu 4 prélèvements et plus).
- ✓ Le type de cadre utilisé : les deux cadres utilisés dans cette série étaient le cadre Leksell et Laitinen. Le premier (qui est solidement fixé au crâne) offre une précision supérieure au second, les patients qui ont bénéficié d'une biopsie stéréotaxique utilisant le cadre Laitinen n'ont eu des résultats histologiques précis que dans 88,3% des cas.
- ✓ Enfin l'artériographie ne semble pas avoir nettement amélioré la fiabilité de la biopsie : pas de cible manquée mais 3 résultats imprécis (6,9% des cas) dont 1 ayant conduit à une 2e biopsie (2,3% des cas).

Pour USHIO et al. (série japonaise) qui utilise également un cadre Leksell, le diagnostic a été confirmé histologiquement dans 84 cas (soit 92,3 %)

1 patient a développé une crise convulsive généralisée au cours du test de stimulation électrique ceci a fait craindre la survenue de complications neurologique et a mené à l'arrêt de la procédure. Ce patient a par la suite bénéficié d'une biopsie à ciel ouvert et d'une étude anatomopathologique qui a révélé un astrocytome.

1 autre patient avait une lésion de petite taille (moins de 5 mm de diamètre). La cible a été choisie au centre de la lésion. Le résultat anatomopathologique était non concluant. Une TDM de contrôle a montré que le site de biopsie était dévié latéralement par rapport à la lésion. Il a été supposé que l'aiguille de biopsie n'a pas pu pénétrer la lésion à cause de sa petite taille et de sa dureté. Lors d'une seconde tentative stéréotaxique, la cible a été choisie au bord plutôt qu'au centre de la masse et un échantillon représentatif de la lésion a été obtenu. Le diagnostic définitif de lymphome malin a été retenu à l'étude anatomopathologique.

Pour les 5 autres patients :

- ✓ 1 patient a bénéficié d'une 2^{ème} biopsie stéréotaxique, sans pouvoir obtenir de résultat.
- ✓ 1 patient a bénéficié d'une biopsie à ciel ouvert et le diagnostic de lymphome malin a été retenu.
- ✓ 1 cas a été traité comme un lymphome malin sans confirmation histologique (clinique et l'évolutivité caractéristiques)
- ✓ Les 2 autres patients n'ont pas bénéficié d'un second geste, leurs tumeurs ont été jugées non malignes et ont été suivis sans aucun traitement adjuvant.

Facteurs de fiabilité :

Dans notre série, les facteurs qui nous semblent liés à l'obtention d'une biopsie non concluante sont les suivants :

a. Le choix de la cible :

La cible la plus sûre du point de vue neuropathologique est celle qui est rehaussée par le produit de contraste, cependant certaines lésions ne prennent pas de contraste ou ont des limites rehaussées très fines rendant difficile le choix de la cible à biopsier.

b. l'hétérogénéité histologique des glioblastomes :

Il s'agit d'un facteur péjoratif, l'étude anatomopathologique peut être faussée lorsque le fragment biopsique porte sur une zone de nécrose qui accompagne habituellement les glioblastomes. Dans notre série nous avons redressé le diagnostic de nécrose par celui de glioblastome chez 3 patients.

c. techniques d'imagerie multimodale (spéctro IRM, TEP) :

Le recours à certaines ces techniques d'imagerie sophistiquées pourrait améliorer le rendement d'une biopsie stéréotaxique, en effet dans notre expérience 3 patients ont bénéficié de l'apport de la spectroscopie par résonance magnétique, dans les 3 cas le diagnostic présomptif de glioblastome a été confirmé à l'histologie, ce résultat encourageant a besoin d'être prouvé à travers une étude prospective de corrélation SRM/résultats anatomopathologiques.

d. Qualité des fragments biopsiques et de l'examen anatomo-pathologique extemporané et définitif :

Il est logique également qu'il y a plus de chance d'avoir un diagnostic histopathologique correcte lorsque les fragments sont multiples et de grande taille ce qui facilite l'étude anatomopathologique, mais ceci reste limité par à la survenue de complications liées à l'utilisation d'un biopseur de grande taille et à la multiplicité des gestes de biopsie. Nous avons réalisé en moyenne 6 biopsie chez chaque patient.

L'examen anatomopathologique extemporané permet d'avoir la certitude que la carotte prélevée est belle et bien représentative de la lésion, et ainsi l'arrêt de la procédure.

AUTEUR	FIABILITE
KIM J.E	91%
DECQ	91,8%
MANRIQUE	95%
KANPOLAT	99,23%
USHIO	92,3%
EL AZHARI	97,3%
EL KHAMLICH	97,5%
BELLAKHDAR	92,1%
NOTRE SERIE	92%

Tableau n° 5 : fiabilité de la technique de biopsie stéréotaxique selon différents auteurs

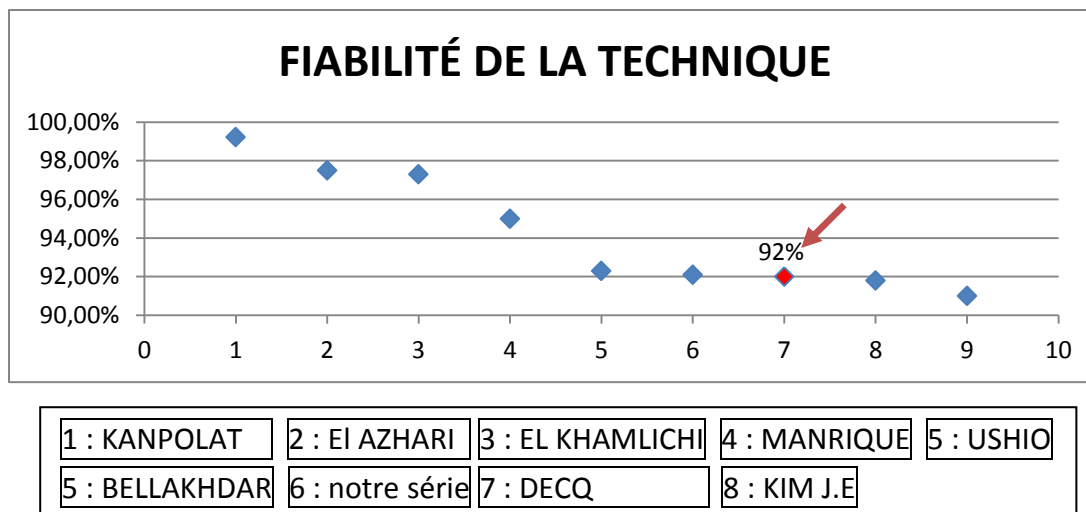


Figure n° : corrélation entre la fiabilité dans notre série et les résultats observés dans la littérature

La fiabilité de la biopsie en condition stéréotaxique dans notre expérience est satisfaisante et rejoint les données de la littérature.

Cependant certaines séries rapportent des taux de fiabilité plus importants :

- KANPOLAT (série turque) qui rapporte un taux de 99,23% de diagnostic histologique : une seule biopsie était non concluante sur les 130 biopsies incluses dans une étude prospective. le cadre utilisé est de type RIECHERT et MUNDINGER. Le repérage était double (par fusion d'images TDM et IRM). L'examen extemporané était systématique. les biopsies ont été réalisées par un seul neurochirurgien et l'interprétation des données histologiques par deux anatomopathologistes.
- EL AZHARI rapporte un taux de positivité de la BST de 97,3%, en utilisant un repérage scannographique, et sans recours systématique à l'étude anatomopathologique extemporanée.
- EL KHAMLICHI rapporte un seul cas de biopsie non concluante (soit 97,5%) dans une série de 40 biopsies avec repérage IRM et examen anatomopathologique extemporané systématique.

VII. INNOCUITE DU GESTE :

1. La mortalité :

dans notre série elle est nulle. BENABID rapporte une mortalité postopératoire de 0 à 2,5% (0,65% en moyenne). Celle-ci a pratiquement toujours été liée à un accident hémorragique.

La morbidité :

La morbidité liée à la chirurgie stéréotaxique est variable dans la littérature entre 0,9 et 15% selon les auteurs, et sont surtout en rapport avec le saignement tumoral et les crises épileptiques, les déficits post procédure ou les poussées d'œdème. Dans notre série le taux de morbidité est de 7,7% ce qui représente un taux de morbidité raisonnable.

A la différence de la plupart des publications qui font état de la prédominance des complications hémorragique, dans notre série les convulsions per-opératoires représentent la complication

Facteurs morbidité:

a. Propriétés de la lésion intracrânienne :

➤ Topographie:

La manipulation de certaines **régions éloquentes** de l'encéphale que ce soit par craniotomie ou par une approche stéréotaxique, comporte un risque accru de troubles neurologiques.

Une lésion opératoire directe, un œdème périlésionnel ou une hémorragie intraparenchymateuse sont moins bien tolérés au voisinage du thalamus, ganglions de la base ou du tronc cérébral qu'au niveau la substance blanche

lobaire de l'hémisphère non dominant. Ils sont donc plus susceptibles de provoquer un dysfonctionnement neurologique.

Bouvier et coll. [6] a noté une incidence de 26 % de déficit neurologique après biopsie stéréotaxique des lésions péri-rolandiques.

Frank et coll. [12] ont signalé un taux de complication de plus de 24 % dans leur série de 33 patients ayant bénéficié d'une biopsie de lésions du tronc cérébral.

Deux des douze patients (17 %), par Hood et coll. [16] a présenté un déficit neurologique après biopsie du tronc cérébral.

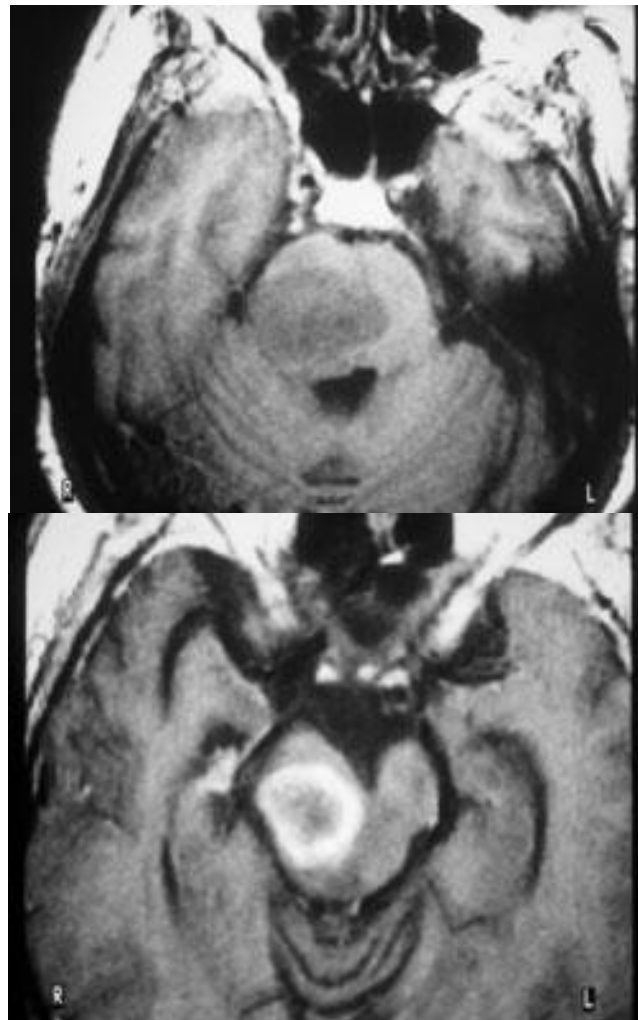


Figure n° : Gliome malin du tronc cérébral - I.R.M. axiale T1 sans et avec gadolinium: lésion infiltrante rehaussée de façon hétérogène

La localisation profonde d'un processus est fortement corrélée avec le risque de morbidité (surtout les complications hémorragiques).

En effet la mesure du débit sanguin cérébral régional au niveau du thalamus et des ganglions de la base indique que ces structures reçoivent près de quatre fois plus de flux que la substance blanche [31].

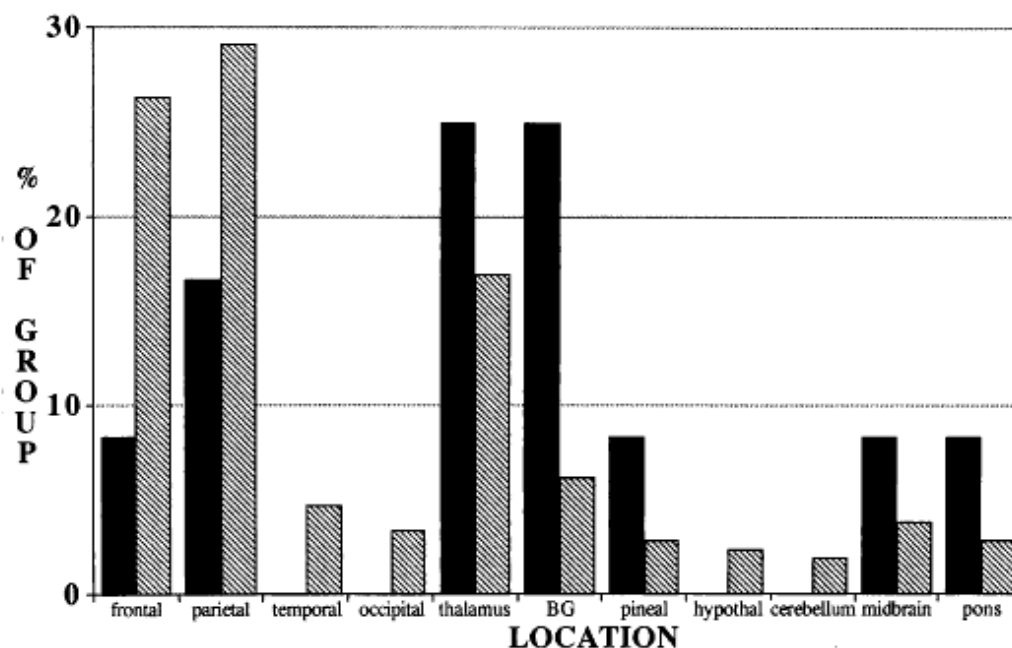


Figure n° : graphique montrant la distribution de deux groupes en fonction de la localisation du processus intracrânien. Le 1^{er} groupe (en noir) correspond aux patients qui ont développé une morbidité liée à la biopsie stéréotaxique, Le 2^{ème} (en gris) les patients n'ayant présenté aucune complication en postopératoire.

La biopsie ne s'est pas accompagné d'un nombre important de complications dans les localisations : frontale, pariétale, temporale, occipitale, hypothalamique et cérébelleuse.

Par contre le nombre de patients ayant présenté une morbidité liée au geste sont majoritaires dans la localisation : thalamique, BG (pour « basal ganglia » ou noyaux gris centraux) pinéale, mésencéphalique et au niveau du pons.

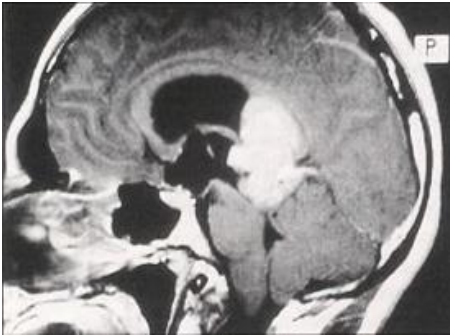


Figure n° : pinéaloblastome.

sur une coupe sagittale IRM en T1 après injection de gadolinium.

Notez la prise de contraste témoignant de la vascularisation importante de la lésion



Figure n° : Germinome.

TDM injectée.

De même, prise de contraste témoignant de la vascularisation importante de la lésion

BELAKHDAR et coll. Sur une période de 1995 à 2000, rapporte 7 complications hémorragiques, parmi lesquelles 4 au niveau de la région pinéale qui se sont soldé par un décès (4 pour 16 BST d'une tumeur pinéale). Depuis, la stratégie thérapeutique ainsi que les modalités techniques de la BST ont été modifiées dans la région pinéale : une angiographie et une angiographie ont été systématiquement réalisées pour ces localisations, afin de visualiser le trajet des veines cérébrales internes, qui coiffent généralement la tumeur, et qui font que toute biopsie par voie frontale est hasardeuse. En cas de processus pinéal très vascularisé, la BST est abolie au profit d'une biopsie à ciel ouvert qui permet de contrôler un éventuel saignement per opératoire.

EL KHAMLI rapporte un cas de décès post opératoire par hémorragie intraventriculaire chez un patient qui présentait un syndrome d'HTIC sévère avec hydrocéphalie sur un processus malin de la région pinéale.

➤ histologie de la lésion:

Influence également la morbidité de cette procédure.

La présence d'un **gliome malin** confère un risque plus élevé de complications, notamment une hémorragie intraparenchymateuse.

Sawin et coll. Rapporte que sur 9 patients qui ont présenté des complications hémorragiques, 6 avaient des gliomes malins.

Bernstein et coll. [5] suppose que les lésions malignes comme les **lymphomes** et gliome malin serait plus susceptibles de provoquer une hémorragie ou un œdème après la procédure et ce, en raison de la néovascularisation qui accompagne ce type de lésions.

b. ASPECTS TECHNIQUES :

TORNER et rapporte que le nombre de tentatives nécessaires à l'obtention de fragments biopsiques était fortement corrélé avec le taux de morbidité. Cela semble être une association raisonnable, car chaque passage de l'instrument de biopsie ajoute un traumatisme cumulatif aux tissus et accroît le risque de lésions vasculaires et d'hémorragie. Ainsi, il serait souhaitable de limiter le nombre de tentatives de biopsie qui est nécessaire pour obtenir un diagnostic. L'utilisation systématique de l'anatomopathologie extemporanée pour s'assurer qu'une biopsie est représentative de la lésion améliore la précision et de la sécurité de la procédure en fournissant une rétroaction immédiate quant à savoir si les biopsies supplémentaires doivent être effectuées [références].

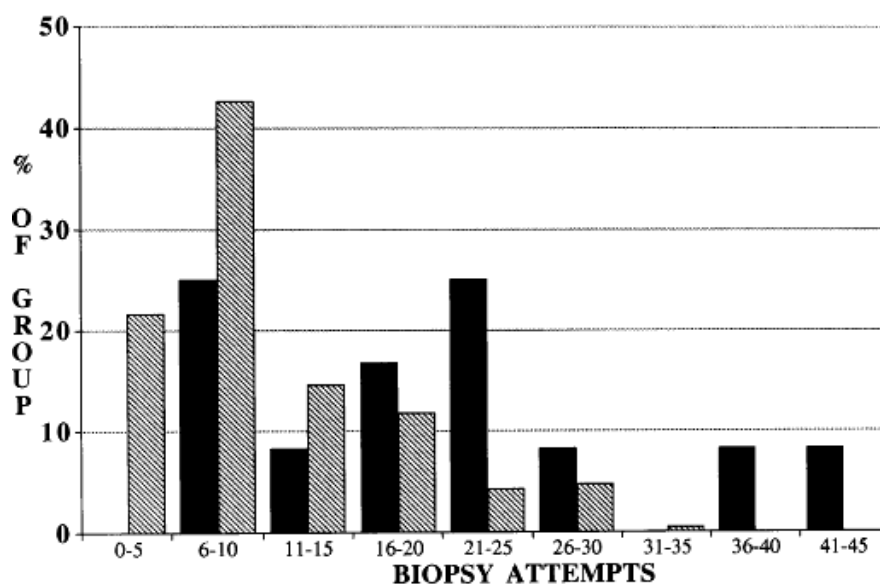


Figure n° : graphique montrant la distribution de deux groupes en fonction du nombre de tentatives biopsiques. Le 1^{er} groupe (en noir) correspond aux patients qui ont développé une morbidité liée à la biopsie stéréotaxique, Le 2^{ème} (en gris) les patients n'ayant présenté aucune complication en postopératoire.

Dans notre expérience nous avons réalisé en moyenne 5 tentatives biopsiques chez chaque patient, ce qui s'accompagne dans cette étude d'une morbidité nulle. Lorsque le nombre de tentatives biopsiques augmente la morbidité liée au geste devient plus importante.

Données cliniques :

- Plusieurs critères cliniques ont été étudiés dans le but d'établir une corrélation avec la morbidité liée au geste :
 - État général, âge, sexe
 - la présence d'un processus malin extracrânien
 - l'hypertension et de diabète sucré
 - prise médicamenteuse

BELLAKHDAR et coll. rapporte 3 décès suite à une BST chez des patients dont le score de Glasgow préopératoire était < ou = à 7.

c. Prise médicamenteuse :

- L'aspirine ou d'autres antiagrégants plaquettaires :

De même qu'une hémostase correcte est nécessaire avant la réalisation d'une chirurgie à ciel ouvert, il est absolument essentiel dans une procédure « aveugle » comme la biopsie stéréotaxique susceptible de provoquer des lésions microvasculaire de s'assurer d'une bonne hémostase.

Les antiagrégants plaquettaires vont perpétuer une hémorragie liée à la procédure, provoquant ainsi un plus grand volume d'hématome et un dysfonctionnement neurologique plus grave [26].

Dans notre série et pour minimiser ce risque, les agents antiplaquettaires ont été interrompus au moins une semaine avant le geste (remplacés par injections d'héparine avec fenêtre thérapeutique la veille du geste) comme pour une craniotomie.

- Corticothérapie au long cours :

Les altérations physiologiques induites par une corticothérapie au long court peuvent contribuer directement à une issue défavorable.

Ceci est en rapport avec :

- l'immunosuppression induite par la corticothérapie au long cours, peut favoriser certaines complications infectieuses.

Swin et coll. rapporte un cas de méningite à E. Coli en post procédure chez un patient qui avait reçu auparavant 6 mois de traitement par dexaméthasone.

- d'autres complications ont été rapportées dans la littérature : déficit neurologique lié à un hématome et/ou à un œdème en post procédure.

L'augmentation de l'incidence de l'hémorragie dans ce sous-groupe pourrait s'expliquer par les changements structurels dans le système vasculaire induite par une exposition chronique à des niveaux supra-physiologiques de corticostéroïdes, rendant les vaisseaux plus fragiles.

En effet, l'administration chronique des corticoïdes inhibe l'activité des fibroblastes et de la synthèse du collagène, l'intégrité de la paroi des vaisseaux sera compromise prédisposant à un risque hémorragique plus important.

En outre, certaines classes de glucocorticoïdes peuvent inhiber la fonction plaquettaire in vitro en prévenant la libération de l'acide arachidonique et en inhibant les phospholipases A2 et c. Cela, à son tour, entraîne une réduction de la synthèse du thromboxane A2 ainsi l'agrégation plaquettaire se trouve diminuée [29].

Par ailleurs les patients qui ont reçu un traitement prolongé au glucocorticoïde avant la biopsie semblent être plus prédisposés à présenter des complications liées à un œdème périlésionnel.

En effet, Il est possible que l'effet protecteur de la dexaméthasone périopératoire (qui limite l'œdème cérébral) est atténué par l'administration prolongée de corticostéroïdes, en raison de d'une résistance physiologique à l'action anti-inflammatoire de ce médicament à des doses de routine.

Chez certaines personnes, un excès de glucocorticoïdes semble induire un état de « résistance aux stéroïdes » secondaire à une régulation négative des récepteurs glucocorticoïdes intracellulaire [3], [7]. Une telle réduction dans les récepteurs peut diminuer la réponse physiologique à un agent donné à toute dose [3].

Il serait prudent, par conséquent, d'administrer des doses plus élevées de corticostéroïdes à ce sous-groupe de patients dans la période périopératoire.



CONCLUSION

L'expérience préliminaire dans cette série est encourageante. Une bonne maîtrise du geste, une meilleure évaluation morphologique par les techniques d'imagerie multimodale ainsi qu'une étude anatomopathologique raffinée (avec un examen immunohistochimique) augmenteraient la fiabilité de cette technique chirurgicale prometteuse.



RESUMES



Titre : *Apport de la chirurgie stéréotaxique dans le diagnostic et le traitement des processus intracrâniens. Expérience du service de neurochirurgie de l'HMIMV, à propos de 142 observations.*

Auteur : *NAKKABI Ismail*

Mots clés : *chirurgie stéréotaxique, processus intracrânien, diagnostic, traitement*

RÉSUMÉ

INTRODUCTION ET OBJECTIFS : La chirurgie stéréotaxique est un outil neurochirurgical permettant l'accès à des lésions intracrâniennes de façon mini-invasive, soit à visée diagnostique ou thérapeutique. Le but de ce travail est de présenter l'expérience du service de neurochirurgie de l'HMIMV ainsi que d'évaluer l'efficacité et l'innocuité de cette technique.

MATERIEL ET METHODE : Etude rétrospective analytique de 142 dossiers exploitables parmi les 160 gestes réalisés au service, depuis sa création en septembre 1999 jusqu'au 31 septembre 2010, moyennant une fiche d'exploitation qui comporte les données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, anatomo-pathologiques et évolutives. Tous les patients ont bénéficié d'une TDM, avec un complément IRM si nécessaire, 3 patients ont bénéficié d'une spectroscopie par résonance magnétique. Le cadre utilisé est de type LEKSELL (Elekta InstrumentsTM), avec un repérage scannographique classique. Le scanner de contrôle ainsi que l'examen anatomopathologique extemporané étaient systématiques, ce dernier a été complété par une étude anatomopathologique définitive.

RESULTATS : 122 patients ont bénéficié de 129 gestes de biopsies stéréotaxiques à visée diagnostique (reprise 2 fois chez trois patients et 3 fois chez deux patients) la stéréotaxie thérapeutique a été réalisée chez 20 patients (évacuation de 6 kystes colloïdes, 4 abcès, 5 hématomes des noyaux gris centraux ainsi que 5 cas de chirurgie guidée par cadre stéréotaxique). Il s'agissait de 105 hommes et 37 femmes (sexe ratio : H/F = 2,8) dont la moyenne d'âge était de 48 ans avec des extrêmes de 11 à 75 ans. Le délai moyen de consultation était de 6 mois (24h à 3 ans). La présentation clinique était dominée par le syndrome d'hypertension intracrânienne (60% des cas), suivi du déficit neurologique (41% des cas), des crises épileptiques (38% des cas), et des troubles des fonctions supérieures (12% des cas). D'autres symptômes ont été notés : syndrome infectieux, troubles visuels et troubles sphinctériens (8% des cas). Les lésions étaient uniques dans 76 % des cas et multiples dans 24% des cas. De siège lobaire dans 69% des cas, cérébral profond (diencephalique, ventriculaire, pinéal, sellaire et supra-sellaire) dans 24% des cas et au niveau de la fosse cérébrale postérieure dans 7% des cas. L'étude anatomopathologique a montré 51% de tumeurs gliales, 28% de métastases, 4% de lymphome, 4% de tuberculome, 4% d'autres processus infectieux et 1% d'autres processus tumoraux (1 cas méningiome et 1 cas de cavernome). La biopsie était non concluante 9 fois (8% des cas). La mortalité était nulle. La morbidité était de 7,7% représentée par 6 cas de convulsion per-opératoires, 1 cas d'hémorragie intratumorale opérée, 1 cas de lame d'hématome extradural respectée et 3 cas d'hématome silencieux (<4mm) au scanner de contrôle sans conséquences notables.

DISCUSSION : La chirurgie stéréotaxique s'est révélée un outil incontournable dans la prise en charge des processus intracrâniens dans cette série. Elle a été diagnostique dans 85% des cas permettant une prise en charge adaptée à la nature histologique (en l'occurrence les lésions infectieuses spécifiques ou non spécifiques). La biopsie était non concluante dans 8% des cas, les facteurs pouvant agir sur ce taux sont : le choix de la cible C+, l'hétérogénéité histologique des glioblastomes, le recours à certaines techniques d'imagerie multimodale (spéctro IRM, TEP), le calibre du biopseur, le nombre de biopsies, la qualité de l'étude anatomopathologique extemporanée et conventionnelle. Le taux de morbidité liée au geste est acceptable et rejoint celui de la littérature. Les facteurs de survenu de complications étant : les caractéristiques de la lésion (localisation profonde à proximité de gros vaisseaux, son type histologique), les modalités techniques (en particulier le nombre de biopsies réalisées) ainsi que l'expérience du chirurgien. La stéréotaxie thérapeutique réalisée chez 15% des malades a permis d'éviter un geste chirurgical à ciel ouvert, dont la mortalité et la morbidité sont supérieures, pour les cas d'évacuation ainsi qu'une meilleure précision chirurgicale pour les cas de chirurgie guidée par cadre stéréotaxique.

CONCLUSION : L'expérience préliminaire dans cette série est encourageante. Une bonne maîtrise du geste, une meilleure évaluation morphologique par les techniques d'imagerie multimodale ainsi qu'une étude anatomopathologique raffinée (avec un examen immunohistochimique) augmenteraient la fiabilité de cette technique chirurgicale prometteuse.

Title: *supply of stereotactic surgery in the diagnosis and management of intra-cranial processes. Experiment of rabat neurosurgery department of the hmimv, about 142 cases*

Author : *NAKKABI Ismaïl*

keywords: *stereotaxy, intracranial process, diagnosis, management.*

SUMMARY

INTRODUCTION: The stereotactic surgery is a neurosurgical tool that gives the ability to access the intracranial lesions in a mini-invasive way for a therapeutic or diagnostic proposes. The aim of this work is to introduce the experience of the neurosurgical department of the HMIMV and to evaluate the efficiency and the safety of this practice.

MATERIAL AND METHOD : A retrospective study has been conducted with a set of 142 cases extracted from a of 160 cases that the department realized since its creation in September 1999 until September 31, 2010. This study uses a form holding epidemiological, clinical, radiological, anato-pathological and evolutionary data. All the patients had a CT scan and in some cases MRI, three of them had spectroscopy with magnetic resonance. The frame used is LEKSSEL (Elektra Instruments TM) with a classical scanographic locator. Both the scanner control and the extemporaneous anato-pathological have been done systematically for all the patients. However, the extemporaneous anato-pathological has in addition a definitive anato-pathological study.

RESULTS: a set of 122 patients profited from 129 practices of stereotactic biopsy, in order to make a diagnosis (twice for 3 patients and 3 times for 2 patients), the therapeutic stereotaxy has been done for 20 patients (evacuation of 6 colloids cysts, 4 abscesses, 5 hematoma of basal ganglia and 5 cases of surgery guided by stereotaxic frame). It concerns a set of 105 men and 37 women between 11 and 75 years with an average age equal to 48 years and the sex ratio M/F equal 2.8 The average time of consultation was 6 months (24hours to 3 years). The clinical data is dominated by intracranial hypertension syndrome (60% cases), followed by the neurological deficit (41% cases), epileptic crises (38% cases), and disorders of high functional zones (12% cases). Other symptoms have been noticed: infection syndrome, visual trouble and sphincter disturbance (8% cases). The lesions were unique in 76% cases and multiples in the other 24%. They were lobar seat in 69% of cases, midbrain deep localization (diencephalic, ventricular, pinealoma, sellar and parasellar) in 24% cases and in the posterior cranial fossa in the other 7%. The anatomopathological study showed that 51% were glioma, 28% metastasis, 4% tuberculoma, 4% lymphoma and 1% was other tumor process (1 case of meningioma and 1 case of cavernoma). The biopsy wasn't decisive 9 times (8% cases). There was no mortality. The morbidity was of 7,7% represented by 6 cases of per-operational convulsions, 1 case of an operated intra-tumor hemorrhage, 1 case of respected blade of extradural hematoma and 3 cases of silent hematoma (< 4 mm) in the control CT scan without consequences.

DISCUSSION: In this series, the stereotactic surgery was turned out as a major tool in the management of intracranial processes. It gives a diagnostic in 85% cases allowing an appropriate medical coverage (especially for specific and nonspecific infectious lesions). The biopsy was insignificant in 8% of the cases, the factors responsible of this rate are: the choice of the target, the histological heterogeneity of glioblastomas, the use of some multimode imagery (spectro MRI, PET scan), biopsy gauge, biopsies number, the quality of the extemporaneous and conventional anatomopathological study. The rate of morbidity related to the gesture is acceptable and join the literature. The complication factors are: characteristics of the lesion (deep localization near large vessels, its histological type), technical methods (especially the number of done biopsies) and the experiment of the surgeon. The therapeutic stereotaxy, realized in 15% of the patients, avoid a surgical action in open sky with higher risks of mortality and morbidity for the evacuations and a higher surgical precision for the stereotactic guided surgery.

CONCLUSION: The stereotactic experiment in this series is encouraging. A good control of gesture, a better morphological evaluation with multimode imagery techniques and an excellent anatomopathologic study (with an immunohistochemistry exam) would increase the reliability of this promising surgical technique.

العنوان : مساهمة الجراحة التجسيمية في كشف وعلاج الكتل داخل الجمجمة تجربة مصلحة جراحة الدماغ والأعصاب التابعة للمستشفى العسكري الدراسي محمد الخامس بالرباط، بخصوص 142 حالة.

الكاتب : إسماعيل النقابي

كلمات الأساسية : الجراحة التجسيمية، كشف وعلاج الكتل داخل الجمجمة

ملخص

مقدمة وأهداف: الجراحة التجسيمية تسمح بالولوج إلى الأجزاء الداخلية المتضررة في الدماغ بطريقة غير مضرّة وذلك إما من أجل التشخيص أو العلاج. الهدف من هاته الدراسة هو تسليط الضوء على استعمال هاته التقنية في مصلحة جراحة الدماغ والأعصاب التابعة للمستشفى العسكري الدراسي محمد الخامس بالرباط وتقييم مدى نجاعتها وسلامتها.

الأساليب والمنهجية: دراسة تحليلية شملت 142 ملفا يمكن دراستها من بين 160 المتواجدة في المصلحة وذلك منذ إنشائها في شتنبر 1999 إلى غاية 31 شتنبر 2010 معتمدين في ذلك على لائحة متضمنة للمعلومات الوبائية، السريرية، الإشعاعية، التحليل الدقيق وكذا تطور الحالة.

جميع المرضى استفادوا من المفراس مع القيام باستعمال التصوير بالرنين المغناطيسي في الحالات التي استدعت ذلك. 3 مرضى استفادوا من التحليل الطيفي بواسطة الرنين المغناطيسي وقد استخدم في هاته العملية الإطار المجسم من نوع LEKSSSEL (Elektra Instruments TM) باستعمال تحديد مفراسي.

مفراس المراقبة وكذا البحث الدقيق المرتجل كانا فوريين كما تم تكميل هذا الأخير بالبحث الدقيق الكامل.

النتائج: لقد استفاد 122 مريضا من 129 عملية كشف تجسيمي بهدف التشخيص (مع إعادتها مرتين بالنسبة ل 3 مرضى و 3 مرات بالنسبة لمريضين)، تم إنجاز الجراحة التجسيمية العلاجي بالنسبة ل 20 مريضا (إفراغ محتوى 6 أكياس غروانية، 4 خراجات، 5 جلطات في النويات الرمادية المركزية وكذا 5 حالات جراحة اعتمدت على الإطار التجسيمي).

هذه الحالات تتكون من 105 رجلا و 47 امرأة، معدل أعمارهم 48 سنة (من 11 إلى 75 سنة) المعدل المتوسط للاستشارة هو 6 أشهر (من 24 س إلى 3 سنوات). المقاربة السريرية اتسمت بتواجد ارتفاع الضغط داخل الجمجمة (60% من الحالات)، يليها العجز العصبي (41% من الحالات)، وأزمات الصرع (38% من الحالات)، واضطرابات في الوظائف العليا (12% من الحالات). كما لوحظت أعراض أخرى: حمى، اضطرابات بصرية، اضطرابات المصبرات (8% من الحالات).

الكتل كانت فردية في 76% من الحالات و متعددة في 24% منها. متمركزة في الدماغ الفصي في 69% من الحالات، عميقة دماغية (الدماغ البيني، بطينية، صنوبرية، سرجية و فوق سرجية) في 24% من الحالات وعلى مستوى الحفرة الدماغية الخلفية في 7% من الحالات.

وأظهر البحث الدقيق تواجد 51% من الأورام الدبقية، 28% من أورام النخائل، 4% من اللمفومات، 4% من الحديبات، 4% من الالتهابات الأخرى و 1% من الأورام الأخرى (ورم سحائي و ورم كهفي). الخزعة لم تكن موفقة 9 مرات (8% من الحالات) الوفيات كانت منعقدة. في حين تم تسجيل بعض المضاعفات في 7،7% ممثلة في 6 حالات صرع، حالة نزيف مكان الخزعة، حالة جلطة فوق الجافية، و 3 جلطات صغيرة في مفراس المراقبة دون أية أعراض سريرية.

مناقشة: أثبتت الجراحة التجسيمية نجاعتها في علاج الأجزاء الداخلية المتضررة في الدماغ في هاته التجربة.

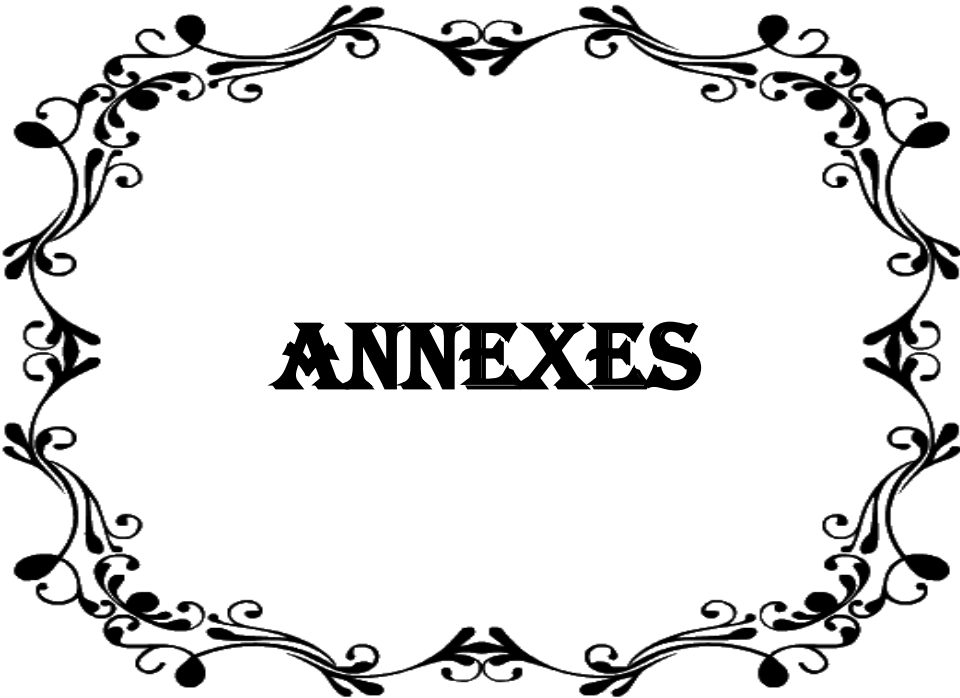
لقد استعملت في تشخيص 85% من الحالات مما سمح باتخاذ الإجراءات الملائمة (خاصة في حالة الأمراض المعدية المحددة و غير المحددة).

الخزعة لم تعط نتائج في 8% من الحالات، ومن العوامل المؤثرة على هاته النسبة نجد: اختيار الهدف، عدم تجانس الأورام الدبقية، استعمال بعض تقنيات التصوير المتعددة الوسائط (استقطاب التصوير بالرنين المغناطيسي، المفراس المصدر للبروتينات) العيار الخزعي، عدد الخزعات، ونوعية البحث الدقيق المرتجل والتقليدي.

معدل المضاعفات مقبول. العوامل المؤدية إلى ظهورها هي: خصائص المنطقة المتضررة (التمركز العميق قرب العروق الكبيرة)، العوامل التقنية (خصوصا عدد الخزعات المنجزة) بالإضافة إلى خبرة وحنكة الطبيب الجراح.

الكشف التجسيمي العلاجي المنجز لدى 15% من المرضى مكن من تجنب جراحة مفتوحة محفوفة بالمخاطر.

خاتمة: التجربة الأولية للجراحة التجسيمية في المصلحة جد مشجعة. إتقان أكبر لهاته التقنية، تقييم راديولوجي أفضل باستعمال تقنيات التصوير الحديثة وكذا اعتماد التحليل الدقيق سيؤدي لا محالة إلى تأكيد نجاعة هذا الأسلوب الجراحي الواعد.



ANNEXE N° 1 : LISTE DES ABREVIATIONS

11C-MET	Méthionine marquée au carbone 11
18-FDG	Glucose marqué au fluor 18
18-FET	Tyrosine fluorée
ATCD	Antécédents
AVCI	Accident Vasculaire Cérébral Ischémique
BG	Basal Ganglia ou noyaux gris centraux
BST	Biopsie StéréoTaxique
Cho	Cholines
CPA	Consultation Pré Anesthésique
DVE	Dérivation Ventriculaire Externe
FCP	Fosse Cérébrale Postérieure
GFAP	Protéine Gliofibrillaire Acide
GFRA	Glial Fibrillary Associated Protein
HCG	Hormone gonadotrophine chorionique
HES	Hématéine Eosine Safran
HIV	Human immunodeficiency virus

HMIMV	Hôpital Militaire d'Instruction Mohamed V
HTA	Hypertension Arterielle
HTIC	Hypertension Intracrânienne
IHC	Immunohistochimie
IRM	L'Imagerie par Résonance Magnétique
L.M.N.H	Lymphome Malin Non Hodgkinien
LCR	Liquide Céphalo-Rachidien
MAP-2	Microtubule Associated Protein-2
NAA	N-acétyl-aspartate
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PET	Positron Emission Tomography
PNET	Primitive Neuroectodermal Tumors
PSA	Antigène Spécifique de la Prostate
SNC	Système Nerveux Central
SRM	Spectroscopie Par Résonance Magnétique
TDM	Tomodensitométrie
TEP	Tomographie par Emission de Positons

ANNEXE N°2 : CLASSIFICATION DE L'OMS DES TUMEURS DU SNC

From:

Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK (eds) (2007)

World Health Organization Classification of Tumours of the Central Nervous System. IARC, Lyon

As cited in:

Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK, Burger PC, Jouvet A, Scheithauer BW, Kleihues P

The 2007 WHO Classification of Tumours of the Central Nervous System

[Acta Neuropathol \(2007\) 114:97-109](#)

Tumors of Neuroepithelial Tissue

Astrocytic Tumors

Pilocytic Astrocytoma	WHO grade I
Pilomyxoid Astrocytoma	WHO grade II
Subependymal Giant Cell Astrocytoma	WHO grade I
Pleomorphic Xanthoastrocytoma	WHO grade II
Diffuse Astrocytoma	WHO grade II
Fibrillary Astrocytoma	
Gemistocytic Astrocytoma	
Protoplasmic Astrocytoma	
Anaplastic Astrocytoma	WHO grade III
Glioblastoma	WHO grade IV
Giant Cell Glioblastoma	WHO grade IV
Gliosarcoma	WHO grade IV
Gliomatosis Cerebri	

Oligodendroglial Tumors

Oligodendroglioma	WHO grade II
Anaplastic Oligodendroglioma	WHO grade III

Oligoastrocytic Tumors

Oligoastrocytoma	WHO grade II
------------------	--------------

Anaplastic Oligoastrocytoma	WHO grade III
-----------------------------	---------------

Ependymal Tumors

Subependymoma	WHO grade I
---------------	-------------

Myxopapillary Ependymoma	WHO grade I
--------------------------	-------------

Ependymoma	WHO grade II
------------	--------------

Cellular

Papillary

Clear Cell

Tanycytic

Anaplastic Ependymoma	WHO grade III
-----------------------	---------------

Choroid Plexus Tumors

Choroid Plexus Papilloma	WHO grade I
--------------------------	-------------

Atypical Choroid Plexus Papilloma	WHO grade II
-----------------------------------	--------------

Choroid Plexus Carcinoma	WHO grade III
--------------------------	---------------

Other Neuroepithelial Tumors

Astroblastoma	WHO grade I
---------------	-------------

Chordoid Glioma of the Third Ventricle	WHO grade II
--	--------------

Angiocentric Glioma	WHO grade I
---------------------	-------------

Neuronal and Mixed Neuronal-Glial Tumors

Dysplastic Gangliocytoma of Cerebellum (Lhermitte-Duclos)

Desmoplastic Infantile Astrocytoma / Ganglioglioma	WHO grade I
---	-------------

Dysembryoplastic Neuroepithelial Tumor	WHO grade I
--	-------------

Gangliocytoma	WHO grade I
---------------	-------------

Ganglioglioma	WHO grade I
Anaplastic Ganglioglioma	WHO grade III
Central Neurocytoma	WHO grade II
Extraventricular Neurocytoma	WHO grade II
Cerebellar Liponeurocytoma	WHO grade II
Papillary Glioneuronal Tumor	WHO grade I
Rosette-forming Glioneuronal T. of the Fourth Ventricle	WHO grade I
Paraganglioma	WHO grade I

Tumors of the Pineal Region

Pineocytoma	WHO grade I
Pineal Parenchymal T. of Intermediate Differentiation	WHO grade II, III
Pineoblastoma	WHO grade IV
Papillary Tumor of the Pineal Region	WHO grade II, III

Embryonal Tumors

Medulloblastoma	WHO grade IV
Desmoplastic/Nodular Medulloblastoma	
Medulloblastoma with Extensive Nodularity	
Anaplastic Medulloblastoma	
Large Cell Medulloblastoma	
CNS Primitive Neuroectodermal Tumor	WHO grade IV
CNS Neuroblastoma	
CNS Ganglioneuroblastoma	
Medulloepithelioma	
Ependymoblastoma	
Atypical Teratoid/Rhabdoid Tumor	WHO grade IV

Tumors of Cranial and Paraspinal Nerves

Schwannoma (Neurilemmoma, Neurinoma) WHO grade I

Cellular

Plexiform

Melanotic

Neurofibroma WHO grade I

Plexiform

Perineurioma WHO grade I, II, III

Perineurioma, NOS

Malignant Perineurioma

Malignant Peripheral Nerve Sheath Tumor (MPNST) WHO grade II, III, IV

Epithelioid MPNST

MPNST with Mesenchymal Differentiation

Melanotic MPNST

MPNST with Glandular Differentiation

Tumors of the Meninges

Tumors of Meningothelial Cells

Meningioma WHO grade I

Meningothelial

Fibrous (Fibroblastic)

Transitional (Mixed)

Psammomatous

Angiomatous

Microcystic
Secretory
Lymphoplasmacyte-rich
Metaplastic
Chordoid
Clear Cell
Atypical WHO grade II
Papillary
Rhabdoid
Anaplastic (Malignant) WHO grade III

Mesenchymal Tumors

Lipoma
Angiolipoma
Hibernoma
Liposarcoma
Solitary Fibrous Tumor
Fibrosarcoma
Malignant Fibrous Histiocytoma
Leiomyoma
Leiomyosarcoma
Rhabdomyoma
Rhabdomyosarcoma
Chondroma
Chondrosarcoma
Osteoma
Osteosarcoma
Osteochondroma

Haemangioma

Epithelioid Haemangioendothelioma

Haemangiopericytoma WHO grade II

Anaplastic Haemangiopericytoma WHO grade III

Angiosarcoma

Kaposi Sarcoma

Ewing Sarcoma - PNET

Primary Melanocytic Lesions

Diffuse Melanocytosis

Melanocytoma

Malignant Melanoma

Meningeal Melanomatosis

Other Neoplasms Related to the Meninges

Haemangioblastoma WHO grade I

Tumors of the Haematopoietic System

Malignant Lymphomas

Plasmacytoma

Granulocytic Sarcoma

Germ Cell Tumors

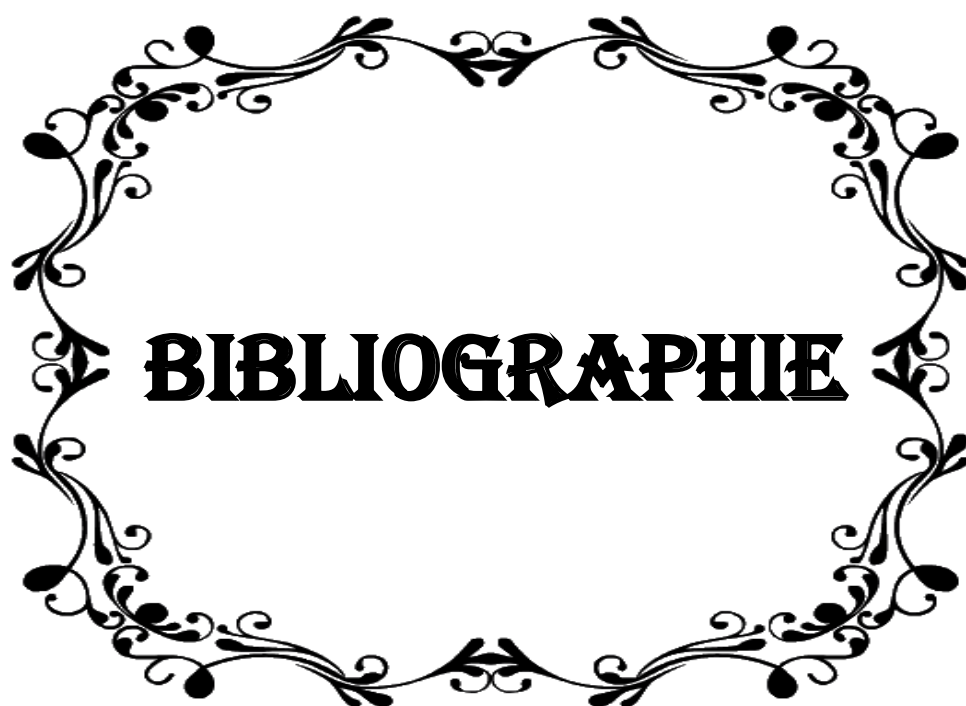
Germinoma
Embryonal Carcinoma
Yolk Sac Tumor
Choriocarcinoma
Teratoma
Mature
Immature
Teratoma with Malignant Transformation
Mixed Germ Cell Tumors

Tumors of the Sellar Region

Craniopharyngioma WHO grade I
Adamantinomatous
Papillary
Granular Cell Tumor WHO grade I
Pituicytoma WHO grade I
Spindle Cell Oncocytoma of the Adenohypophysis WHO grade I

Metastatic Tumors

ANNEXE N°3

A large, ornate decorative wreath made of black floral and scrollwork patterns, forming an oval shape. The word "BIBLIOGRAPHIE" is centered within the wreath in a bold, black, serif font.

BIBLIOGRAPHIE



1- Académie des sciences (France) : Appareil de M.Contremoulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête
Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1897.

2- Zernov : L'encéphalomètre, revue générale de clinique et de thérapeutique, 1890, p. 303

3- Horsley V., Clarke RH. : The structures and functions of the cerebellum examined by a new method. Brain 1908, vol.31 p.45-124,

4- PICARD C. ; OLIVIER A. ; BERTRAND G. : THE FIRST HUMAN STEREOTAXIC APPARATUS: THE CONTRIBUTION OF AUBREY MUSSEN TO THE FIELD OF STEREOTAXIS
1983, vol. 59, no4, p. 673-676

5- Robert Levy, MD

A Short History of Stereotactic Neurosurgery

<http://www.neurosurgery.org>

6- TALAIRACH J., HECAEN M., DAVID M., MONNIER M

Recherche sur la coagulation thérapeutique des structures subcorticales chez l'homme. Revue Neurol. 1960 ; 81 : 4-29.

7- médical center library

<http://www.mclibrary.duke.edu/>

8- LEKSELL L. :A Stereotactic apparatus for intracerebral surgery. Acta., Chir., Scand., 1949 ; 99 : 229-233.

9- MICHEL ZERAH, HERVE DRUET, GUISEPPE CINALLI, FRANCIS, BRUNELLE, CHRISTIAN, SANITE-ROSE. : Robotique et neurochirurgie. Médecine thérapeutique. 1998 ; 4(2) : 137-44.

10- <http://www.tpe.walrey.fr>

11- <http://www.larousse.fr/>

12- Netter, Frank H., & Hansen, John T. : Atlas d'anatomie humaine, Edition 4, p. 101, 106, 136

13-Mathieu SIMON : Anatomie du système nerveux,
<http://www.cours-pharmacie.com>

14- Gilbert DECHAMBENOIT : Tumeurs cérébrales, Manuel de neurochirurgie, octobre 2006

15- Gilbert DECHAMBENOIT : Suppurations intracrâniennes, Manuel de neurochirurgie, octobre 2006

1. 16- Alexandra Benouaich-Amiel : La tomographie par émission de positons dans l'évaluation des gliomes : place actuelle et impact des nouveaux traceurs_neurologie.com - 2008

17- 1 Sinhal T, Narayanan TK, Jain V, et al. : 11C-L-11C-METHionine Positron Emission Tomography in the clinical management of cerebral gliomas. Mol Imaging Biol 2008 ; 10 : 1-18.

18- Chung JK, Kim YK, Kim SK, et al. Usefulness of C11 11C-METHionine PET in the evaluation of brain lesions that are hypo or iso 11C-METabolic on 18 18-FDG PET. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2004 ; 29 : 176-82.

19- Kim S, Chung JK, Im SH, et al. 11C 11C-METHionine PET as a prognostic marker in patients with glioma: comparison with 18F-18-FDG PET. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2005 ; 35 : 55-9.

20- Palumbo B. Brain tumor recurrence: brain single photon emission computerized tomography, PET and proton magnetic resonance spectroscopy. Nucl Med Commun 2008 ; 29 : 730-5.

21- 4 Pirotte B, Goldman S, Massager N. Comparison of 18F 18-FDG end C11 11C-METHionine for PET guided stereotactic brain biopsy of gliomas. J Nucl Med 2004 ; 45 : 146-55.

22- Kracht LW, Miletic H, Busch S. Delineation of brain tumor extent with 11C 11C-methionine Positron Emission Tomography: local comparison with stereotactic histopathology. Clin Cancer Res 2004 ; 10 : 7163-70.

23- Pirotte B, Goldman S, Dewitte O, et al. Integrated Positron Emission Emission Tomography and Magnetic Resonance Imaging guided resection of brain tumors: a report of 103 consecutives procedures. J Neurosurgery 2006 ; 57 : 128-39.

24- Damien Galanaud, Olivier Chinot, Philippe Metellus, Patrick Cozzone , Apports de la spectroscopie par résonance magnétique dans l'exploration des

gliomes, Bulletin du Cancer. Volume 92, Numéro 4, 327-31, Avril 2005, Dossier thématique

25- Derlon et al. Eur J Nucl Med 2000 ; 27 : 778-87

26- Service médecine nucléaire, CHU Purpan, Toulouse

27- STEVENS LOWE anatomie pathologique générale et spéciale, pages : 424,425

28- R.-C. Janzer Neuropathologie et pathologie moléculaire des gliomes Revue Médicale Suisse Numéro : 3211

29- DAVID R., BLATT, WILLIAM A., FRIEDMAN, O., FRANK AGEE. : Delayed computed tomography contrast enhancement patterns in biopsy proven cases. Neurosurgery., 1993 ; 32 (4)

30- BENABID A. S. BLOND J., CHAZAL F., COHADON D., DAUMAS-DUPORT M., DELISLE, FARNARIER F., FRANCK M., GHERARDI M., GONTIER J., HASSOUN H., HELD Y., LAJAT D., LEGARS MENEGALLI BOGELLI M., MONSAINGEON J., J. MOREAU CL., MOURIQUAND J.P., N'GUYEN M., NOMBALAI J.C., PERAGUT M., RIVEL P., ROSAT M., SCARABIN R., SEDAN C., STURIALE J. B. THIEBAUD.

Les biopsies stéréotaxiques (BS) des néoformations intra-crâniennes. Réflexions à propos de 3 052 cas.

Neurochirurgie, 1985 ; 31, p.295-301.

31- DIPIERRO C.G., FRANCEL P.C., JACKSON T.R., KAMIRYO T., LOWS E. E. JR. Optimizing accuracy in magnetic resonance imaging guided stereotaxis : a technique with validation based on the anterior commissure posterior commissure line. J. Neurosurg., 1999 ; 90(1) : 94-100

32- TALAIRACH J., SZILKA G., TOURNOUX P., PROSSALENTIS A. Atlas d'anatomie stéréotaxique du télencéphale. Masson, Paris, 1967.

33- SEDAN R., PERGUT J.C., FARNARIER P. et coll. Place de la biopsie en condition stéréotaxique dans la tactique des gliomes malins. Neurochirurgie, 1981 ; 27 : 285-286.

34- BURGER P.C., NELSON J.S. Stereotactic brain biopsies : spécimen préparation and evaluation. Arch., Pathol., Labo. Méd. 1997 : 12(5) : 477-80.

Serment d'Hippocrate



A

u moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.

Même sous menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.



قسم أبو قراط



بسم الله الرحمن الرحيم

ففي هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية، أتعهد
علانية بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية:
أن أحترم أساتذتي و أتعرف لهم بالجميل لذي يستحقونه.
أن أمارس مهنتي بوازع من ضميري و شرفي جاعلا صحة مريضى هدفى
الأول.
أن لا أفشى الأسرار المعهودة إلي.
أن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف و التقاليد النبيلة لمهنة
الطبة.
أن أعتبر سار الأطباء إخوة لى.
أن أقوم بواجبى نحو مرضاى بدون أى اعتبار دينى أو وطنى أو عرقى
أو سياسى أو اجتماعى.
أن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها.
أن لا أستعمل معلوماتى الطبية بطريقة تضر بحقوق الإنسان مهما لاقبت
من تهديد.
بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار و مقسما بشرفى.

و الله على ما أقول شهيد

مساهمة تقنية الجراحة التجسيمية في كشف
وعلاج الكتل داخل الجمجمة
تجربة مصلحة جراحة الدماغ والأعصاب
التابعة للمستشفى العسكري الدراسي محمد الخامس
بصدد 142 حالة

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم:

من طرفه

السيد : إسماعيل النقابي

المزداد في: 26 غشت 1984 بفاس

من المدرسة الملكية لمصلحة الصحة العسكرية - الرباط

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: جراحة تجسيمية - كتل داخل الجمجمة - كشف - علاج.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيد: محمد بوستة

أستاذ في جراحة الدماغ والأعصاب

مشرف

السيد: إبراهيم المسترشد

أستاذ في جراحة الدماغ والأعصاب

السيد: ميلودي الكزاز

أستاذ في جراحة الدماغ والأعصاب

السيد: عبد الرحمان البوزيدي

أستاذ في التشريح الدقيق

السيد: حسن صفات

أستاذ مبرز في العلاج بالأشعة

أعضاء

