

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

Badji Mokhtar - Annaba University
Faculty of Medicine
Vice Deanship of post-graduation
Scientific Research and External Relations



جامعة باجي مختار عنابة
كلية الطب
ديانة العمادة لما بعد التخرج
المعهد العلمي والعلاقات الخارجية

THÈSE

Pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences
Médicales

**CONTRIBUTION DE LA BIOPSIE STÉRÉOTAXIQUE
DANS LA PRISE EN CHARGE DES TUMEURS
CÉRÉBRALES PROFONDES : INTÉRÊT
DIAGNOSTIQUE**

Présentée par : **Dr SAMAI NAOUEL**

Maître assistante en neurochirurgie

Directeur de thèse : Professeur **BOUAZIZ MOURAD**

N° d'ordre :/24

Annaba le 14/09/2024

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Badji Mokhtar - Annaba University
Faculty of Medicine
Vice Deanship of post-graduation
Scientific Research and External Relations



جامعة باجي مختار عنابة
كلية الطب
ديباجة العمادة لما بعد التخرج
البحر العلمي والعلاقات الخارجية

THÈSE

Pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Médicales

CONTRIBUTION DE LA BIOPSIE STÉRÉOTAXIQUE DANS LA PRISE EN CHARGE DES TUMEURS CÉRÉBRALES PROFONDES : INTÉRÊT DIAGNOSTIQUE

Présentée par : Dr SAMAI NAOUEL

Maître assistante en neurochirurgie

Directeur de thèse :

Professeur BOUAZIZ MOURAD

Président du jury :

Professeur DJAAFER MILOUD (Alger)

Membres du jury :

Professeur YASSI FATIHA (Annaba)

Professeur NAAMOUNE MOUNIA (Annaba)

Professeur MANSOUR ABDELKARIM (Annaba)

N° d'ordre :/24

Annaba le 14/09/2024

Remerciements

Professeur BOUAZIZ MOURAD

Je tiens à exprimer les remerciements les plus vifs à mon maître et directeur de thèse, le professeur BOUAZIZ MOURAD.

En tant que directeur de thèse, vous vous êtes toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de cette thèse. Je vous remercie pour l'inspiration, l'aide et le temps que vous avez bien voulu me consacrer malgré vos occupations interminables.

Vous avez toujours été présent pour me guider et sans votre aide, vos conseils précieux et surtout vos encouragements, je n'aurais jamais mené à bien ce travail.

Merci aussi pour vos enseignements que vous n'avez cessé de nous prodiguer généreusement le long des années.

Merci.

Remerciements

Professeur Miloud Djafer

J'adresse mes plus sincères remerciements à monsieur le professeur Miloud Djafer, professeur en neurochirurgie du service de neurochirurgie CHU Mustapha Pacha Alger, pour avoir consenti spontanément à donner de son temps en acceptant de présider ce jury et d'évaluer mon travail malgré les nombreuses professions académiques et hospitalières. Je vous remercie également, Monsieur, pour l'intérêt que vous portez à mon thème de travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par vos précieuses propositions et critiques. Je tiens à vous dire également, Monsieur, que vous avez fait partie de tous les jurys dans mon cursus en neurochirurgie et ça me fait véritablement plaisir et honneur de vous voir présider ce jury particulièrement.

Merci.

Remerciements

Professeure Fatiha Yassi

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus chaleureux au professeur Fatiha Yassi, cheffe du service d'anatomo-pathologie du CHU Ibn Rochd Annaba. Je vous remercie, Madame, pour le temps si précieux que vous avez consacré à la lecture de mon travail et à son évaluation, pour votre aide dans la réalisation de ce travail en m'ouvrant grandes ouvertes les portes de votre service et de vos archives.

Je n'oublierai pas de vous adresser mes remerciements pour vos conférences précieuses et si enrichissantes durant mon externe.

Merci.

Remerciements

Professeure Mounia NAAMOUNE

Je tiens à remercier chaleureusement la professeure Mounia NAAMOUN, professeure de radiologie du CHU d'Annaba, pour son aide dans la réalisation de ce travail en m'ouvrant grande ouverte les portes de son service pour faire le scanner cérébral pour tous mes patients. Grâce à votre esprit de collaboration et à votre générosité, j'ai pu illustrer et compléter mon travail dans une atmosphère fraternelle. Je tiens également à vous assurer que votre présence dans mon jury m'honore énormément.

Merci.

Remerciements

Professeur Abd el Karim Mansour

Je remercie le professeur Abd el Karim Mansour, professeur en neurochirurgie au service de neurochirurgie du CHU Ibn Rochd Annaba, pour avoir accepté de siéger au sein de mon jury et d'évaluer mon travail. Je tiens à vous affirmer, Monsieur, que je suis extrêmement honoré par votre présence au sein de mon jury, en espérant que le contenu de mon travail, ses résultats et ses perspectives compensent ses insuffisances et défauts syntaxiques. J'espère que vous ne trouverez que peu d'anacoluthes dans cette version corrigée.

Merci.

Liste des figures

Figure 1 : « L'intersection de la ligne a m avec la ligne c b est le point de rencontre de tous les sens ; et l'intersection de la ligne r n avec la ligne h f est l'axe du crâne dans la troisième des divisions de la tête ».	3
Figure 2 : Appareil de M. Contre-Moulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête	4
Figure 3 : L'encéphalomètre, le premier appareil stéréotaxique créé et utilisé par Zernov, professeur à l'université d'anatomie de Moscou au début du XIXe siècle	4
Figure 4 : Système de stéréotaxie inventé par Horsley-Clarke en 1908	5
Figure 5 : Adaptation du cadre de Horsley et Clark par Mussen	6
Figure 6 : Cadre de Spiegel et Wycis utilisé chez l'homme.	6
Figure 7 : Cadres stéréotaxiques à goniomètre	7
Figure 8 : Cadre Leksell publié en 1949	7
Figure 9 : Cadre de Talairach 1949	8
Figure 10 : Différents cadres avec leurs années d'invention	9
Figure 11 : Os frontal, vue antérieure et inférieure	13
Figure 12 : L'os temporal	14
Figure 13 : L'os pariétal	15
Figure 14 : L'os ethmoïdal	15
Figure 15 : L'os sphénoïdal	16
Figure 16 : L'os occipital	16
Figure 17 : Vue antéro-latérale de l'encéphale	18
Figure 18 : Vue médiale de l'encéphale	18
Figure 19 : La face supéro-latérale du cerveau (gyrus du cerveau)	21
Figure 20 : Anatomie des noyaux gris centraux.	23
Figure 21 : Face antérieure du tronc cérébral.	24
Figure 22 : Vue supérieure d'un cervelet.	25
Figure 23 : Vue latérale en transparence montrant le système ventriculaire de l'encéphale	26
Figure 24 : vue antérieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle	28
Figure 25 : Veines cérébrales profondes et sinus	29
Figure 26 : Veine cérébrale superficielle	30
Figure 27 : L'aire de Broca.	30
Figure 28 : Principales aires fonctionnelles cérébrales selon Brodmann	31

Figure 29 : Représentation schématique des homonculus moteur et sensitif.....	32
Figure 30 : Représentation schématique des différentes cellules gliales	34
Figure 31 : Deux tranches de cerveau montrant.....	39
Figure 32 : Image en microscopie optique (x 50) montrant cellularité polymorphe, avec nécrose (N) et prolifération endothélocapillaire (V) évoquant un glioblastome (grade IV)	40
Figure 33 : Immunohistochimie (au GFAP) d'un astrocytome anaplasique (Grade III) :	41
Figure 34 : Image en microscopie optique (x 200) montrant : cellules à noyaux arrondis entourées d'un cytoplasme vacuolaire évoquant un oligodendrogliome	42
Figure 35 : Oligoastrocytome : à droite : composante oligodendrocytaire, à gauche : composante astrocytaire (HE x 200)	43
Figure 36 : 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	43
Figure 37 : Astrocytome pilocytique (HE x 200).....	44
Figure 38 : Tranche d'un cerveau montrant l'aspect macroscopique d'une métastase cérébrale d'un cancer broncho-pulmonaire (nodule unique bien circonscrit)	45
Figure 39 : Métastase cérébrale d'un adénocarcinome (HE x 200)	45
Figure 40 : LMNH, réseau réticulinique périvasculaire (HE x 200).....	46
Figure 41 : Aspect histologique d'une tuberculose caséo-folliculaire (HE x 200).....	47
Figure 42 : Signes TDM très évocateurs d'un glioblastome frontal.....	54
Figure 43 : Image d'une TDM cérébrale montrant une hypodensité cerclée d'un anneau hyperdense après injection de produit de contraste avec œdème périlésionnel.	55
Figure 44 : Évaluation d'un gliome de grade II : hypocaptation en TEP FDG, hypercaptation en TEP MET	57
Figure 45 : Spectres normaux mesurés dans la substance blanche pariéto-occipitale acquis à écho long	58
Figure 46 : SRM 1 H simple-voxel (PRESS, TE=272 ms).....	59
Figure 47 : La voie d'abord coronale (système MICROMAR).....	61
Figure 48 : La voie d'abord occipitale (système MICROMAR)	61
Figure 49 : La voie d'abord latérale (système MICROMAR).....	62
Figure 50 : La voie d'abord transphénoïdale (système MICROMAR)	62
Figure 51 : Cadre stéréotaxique de LEKSELL	64
Figure 52 : Cadre RADIONICS	65

Figure 53 : Disposition du casque de Laitinen	65
Figure 54 : Cadre type Micromar.	66
Figure 55 : la boîte numéro 1 du casque fixée au lit du malade.....	79
Figure 56 : la boîte numéro 2 du casque installée au bloc opératoire.	79
Figure 57 : Fixation du cadre avant le repérage scannographique.	84
Figure 58 : Saisie les coordonnées de repérage.....	85
Figure 59 : Scanner de repérage.	86
Figure 60 : Contention du patient par l'anneau fixé au bras du Mayfield au bloc opératoire. .	86
Figure 61 : Montage du cadre selon les coordonnées de repérage.	87
Figure 62 : Introduction du biopseur et réalisation de la biopsie.	88
Figure 63 : fragments obtenus au cours d'une biopsie stéréotaxique.	89
Figure 64 : Nombre de gestes en condition stéréotaxique par année dans notre série.	90
Figure 65 : Répartition des patients par tranches d'âge dans notre série.....	91
Figure 66 : Répartition des cas selon la classe d'âge et de sexe.	93
Figure 67 : Répartition des patients selon l'État civil.....	95
Figure 68 : Répartition des patients selon l'activité professionnelle.	96
Figure 69 : Répartition des patients selon l'origine géographique.....	97
Figure 70 : Répartition des patients selon le délai de diagnostic.	99
Figure 71 : Installation des symptômes chez nos patients.	101
Figure 72 : Répartition selon le motif de consultation.	102
Figure 73 : Présentation clinique des malades dans notre série.	104
Figure 74 : Répartition des cas en fonction de la taille de la lésion.	106
Figure 75 : Localisation des lésions à l'imagerie.....	107
Figure 76 : Aspect des lésions à l'imagerie.	109
Figure 77 : Répartition des tumeurs gliales en fonction du sexe.	116
Figure 78 : Répartition des tumeurs gliales en fonction d'âge.....	117
Figure 79 : Courbe de survie de Kaplan-Meier pour les glioblastomes.....	124
Figure 80 : TDM cérébrale de la patiente 1.....	156
Figure 81 : IRM cérébrale de la patiente 1	157
Figure 82 : Scanner cérébral de repérage du patient 1	157
Figure 83 : TDM cérébrale de contrôle faite 24 heures après le geste objective une petite hémorragie thalamique droite (siège de la lésion).	158
Figure 84 : Aspect histologique du glioblastome grade IV avec pattern oligodendrogial....	158
Figure 85 : TDM cérébrale de la patiente 2.....	160

Figure 86 : IRM cérébrale de la patiente 2.....	161
Figure 87 : Scanner de repérage de la patiente 2.....	161
Figure 88 : TDM cérébrale de contrôle de la patiente 2.....	162
Figure 89 : Aspect histologique d'un oligoastrocytome anaplasique grade III associant des cellules oligodendrogiales et astrocytaires atypiques Color HE (Hématéine Éosine) X250.	162
Figure 90 : TDM cérébrale de la patiente 3.....	164
Figure 91 : IRM cérébrale de la patiente 3.....	165
Figure 92 : TDM de repérage stéréotaxique de la patiente 3	165
Figure 93 : Aspect histologique d'un épémdymome grade II, avec une disposition en pseudo-rosettes périvasculaires épémdymaires. Color HE (Hématéine Eosine) x 400.	166
Figure 94 : TDM cérébrale de la patiente 4.....	167
Figure 95 : IRM cérébrale de la patiente 4.....	168
Figure 96 : TDM cérébrale de repérage de la patiente 4.....	168
Figure 97 : Étude anatomopathologique d'un astrocytome diffus grade II.....	169
Figure 98 : TDM cérébrale du patient 5	170
Figure 99 : IRM cérébrale du patient 4	171
Figure 100 : Scanner de repérage du patient 5	171
Figure 101 : Aspect microscopique d'un oligoastrocytome anaplasique grade III associant des cellules oligodendrogiales et astrocytaires atypiques Color HE (Hématéine Éosine) X250.	172
Figure 102 : TDM cérébrale de la patiente 6	173
Figure 103 : TDM de repérage de la patiente 6.....	174
Figure 104 : Aspect histologique d'un lymphome malin non hodgkinien à grandes cellules B.	175
Figure 105 : TDM cérébrale du patient 7	176
Figure 106 : IRM cérébrale du patient 7	177
Figure 107 : Scanner de repérage du patient 7	177
Figure 108 : Aspect microscopique d'un astrocytome diffus de grade II (Color HE x 200).	178
Figure 109 : TDM cérébrale de la patiente 8	179
Figure 110 : TDM de repérage de la patiente 8.....	180
Figure 111 : Aspect histologique d'un glioblastome multiforme (Color HE x 400).	180
Figure 112 : TDM cérébrale de la patiente 9	181
Figure 113 : IRM cérébrale de la patiente 9.....	182
Figure 114 : TDM de contrôle de la patiente 9	182
Figure 115 : Aspect histologique d'un oligoastrocytome grade II (tumeur gliale mixte).....	183

Figure 116 : TDM cérébrale du patient 10	184
Figure 117 : IRM cérébrale du patient 10	185
Figure 118 : TDM de repérage du malade 10	185
Figure 119 : Aspect histologique d'un gliome de bas grade. (Color HE x 200).	186
Figure 120 : Algorithme décisionnel devant les tumeurs cérébrales.	190

Liste des tableaux

Tableau 1: Grading OMS des astrocytomes infiltrants	40
Tableau 2: Classification OMS 2016 versus Classification OMS 2021..	48
Tableau 3: Gradation des tumeurs du SNC sélectionnées selon le CNS 2016 OMS.....	49
Tableau 4: Principaux signes déficitaires en fonction de la localisation tumorale.	51
Tableau 5: Les différents aspects obtenus par TDM pour les tumeurs gliales.....	54
Tableau 6: Répartition des patients selon l'année d'admission.....	90
Tableau 7: Répartition des patients par tranches d'âge dans notre série	91
Tableau 8 : Répartition des patients selon le sexe dans notre série.....	92
Tableau 9: Tableau croisé de tranches d'âge et de sexe	93
Tableau 10: Montre la moyenne d'âge par rapport au sexe.....	94
Tableau 11: Répartition des patients selon l'état civil	95
Tableau 12: Répartition des patients selon l'activité professionnelle.....	96
Tableau 13: Répartition des patients selon l'origine géographique	97
Tableau 14: Répartition des patients selon les facteurs de comorbidité.....	98
Tableau 15: Répartition selon le délai de diagnostic.....	99
Tableau 16: Répartition des malades en fonction de l'indice de Karnofski	100
Tableau 17: Mode d'installation des symptômes.....	101
Tableau 18: Répartition selon les signes cliniques d'appel	102
Tableau 19: Montre l'association de motifs.....	103
Tableau 20: Répartition syndromique	103
Tableau 21: Répartition des cas en fonction de la taille de la lésion.....	105
Tableau 22: Répartition des cas en fonction du nombre de la lésion	106
Tableau 23: Répartition des cas en fonction du siège de la lésion	107
Tableau 24: Répartition des cas en fonction du côté de la lésion	108
Tableau 25: Répartition des cas en fonction de l'aspect de la lésion à l'imagerie	108
Tableau 26: Répartition des cas en fonction de la tolérance au casque de stéréotaxie	110
Tableau 27: Répartition des cas en fonction du nombre de carottes prélevées.....	110
Tableau 28: Répartition des cas en fonction de complications per opératoire	111
Tableau 29: Répartition des cas en fonction de l'apparition des signes cliniques post-opératoires	111
Tableau 30: Répartition des cas en fonction de la fiabilité du geste	112
Tableau 31: Répartition des cas en fonction de l'image scannographique post-opératoire ...	112

Tableau 32: Répartition des cas en fonction de la nature histologique	113
Tableau 33: Proportions des différentes tumeurs gliales retrouvées dans notre série.....	114
Tableau 34: Répartition selon le type anatomopathologique de la lésion et sa localisation ..	115
Tableau 35: Répartition des tumeurs gliales en fonction du siège	115
Tableau 36: Répartition des tumeurs gliales en fonction du sexe	116
Tableau 37: Répartition des tumeurs gliales en fonction d'âge	117
Tableau 38: Répartition selon la décision thérapeutique après la biopsie.....	120
Tableau 39: La durée de survie moyenne pour les glioblastomes.....	123
Tableau 40: Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur période de recrutement	126
Tableau 41: Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur âge.....	127
Tableau 42: Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur sexe	128
Tableau 43: Localisation tumorale dans quelques études par rapport à notre série	130
Tableau 44: Différentes séries publiées dans la littérature qui montrent les cadres stéréotaxiques utilisés.....	131
Tableau 45: Aiguilles de biopsie utilisées par quelques auteurs	135
Tableau 46: Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de carottes prélevées par biopsie	138
Tableau 47: Pourcentage du diagnostic de certitude selon quelques études	139
Tableau 48: Résumé des différentes études rapportant des taux de mortalité et de morbidité associés à la BST.....	147
Tableau 49: L'espérance de vie pour les patients qui présentent des tumeurs gliales.	153

Liste des abréviations

ACA : Artère cérébrale antérieure

ACC : Artère carotide commune

ACI : Artère carotide interne

ACM : Artère cérébrale moyenne

ACqA : Artère communicante antérieure

ACqP : Artère communicante postérieure

AchA : Artère choroïdienne antérieure

AChP : Artère choroïdienne postérieure

ACP : Artères cérébrales postérieures

AICA : Artères cérébelleuses antéro-inférieures

ASC : Artères sous-clavières

AV : Artères vertébrales

β HCG : Gonadotrophine Humaine Chorionique

BRW : BROWN – ROBERTS – WELLS

BST : Biopsie stéréotaxique

CA : commissure antérieure

Cho : Choline

CNS : Central nervous system

CP : Commissure postérieure

Cr : Créatine

DVP : Dérivation ventriculo péritonéale

FCP : Fosse cérébrale postérieure

18-FDG : fluoro-2-deoxy-D-glucose

GLx : Glutamine/glutamate/GABA

HE : Hématéine Éosine

HIC : Hypertension intracrânienne

HTA : Hypertension artérielle

IDH : Iso citrate déshydrogénase

IRM : Imagerie par résonance magnétique

KPS : Indice de Karnofski

Lac : Lactate

LCR : Liquide céphalo-rachidien

LMNH : Lymphome Malin Non Hodgkinien

LOH1 p/19 q : Perte génétique du fragment de chromosome 1 p/19 q

11C-MET : Méthionine marquée au carbone 11

NAA : N-acétyl-aspartate

MGMT : 06- Méthylguanine-méthyltransférase

MI : Myo-inositol

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PDC : Prise de contraste

SRM : Spectroscopie par résonance magnétique

SNC : Système nerveux central

TDM : Tomodensitométrie

TEP : Tomographie par émission de positons

TB : Tronc basilaire

WHO : World Health Organization

Table des matières

1	Introduction	1
2	Historique	3
3	Rappel anatomique	11
3.1	Anatomie topographique de l'encéphale	11
3.1.1	Contenant du crâne (les structures osseuses)	11
3.1.2	Contenu du crâne (l'encéphale).....	17
3.1.2.1	Cerveau	17
3.1.2.2	Tronc cérébral	23
3.1.2.3	Ventricules	25
3.2	Vascularisation de l'encéphale	26
3.2.1	Vascularisation artérielle	26
3.2.1.1	Système carotidien.....	26
3.2.1.2	Système vertébro-basilaire	27
3.2.1.3	Anastomoses	27
3.2.2	Drainage veineux de l'encéphale	28
3.2.2.1	Sinus médians et impairs	28
3.2.2.2	Sinus bilatéraux	29
3.3	Anatomie fonctionnelle de l'encéphale	30
3.3.1	Aires fonctionnelles.....	30
3.3.2	Somatotopie.....	31
4	Étude histologique de l'encéphale	32
4.1	Neurones	32
4.2	Cellules gliales	33
4.2.1	Astrocytes.....	33
4.2.2	Microglies.....	33
4.2.3	Épendymocytes	33
4.2.4	Oligodendrocytes	33
5	Étude anatomopathologique des processus intracrâniens	35
5.1	Type de prélèvement	35
5.2	Conditionnement du prélèvement	35
5.3	Résultats anatomopathologiques.....	38

5.3.1	Les tumeurs gliales	38
5.3.2	Métastases	44
5.3.3	Tuberculomes	46
5.4	Classification anatomopathologique des tumeurs cérébrales selon l’OMS	47
6	Diagnostic positif d’un processus intracrânien	50
6.1	Signes d’appel	50
6.1.1	Syndrome d’hypertension intracrânienne.....	50
6.1.2	Trouble cognitif et de la vigilance.....	50
6.1.3	Comitialités	50
6.1.4	Manifestations déficitaires focales	50
6.2	Examen clinique.....	52
6.3	Examens paracliniques.....	52
6.3.1	Tomodensitométrie crânienne (TDM)	52
6.3.2	Imagerie par résonance magnétique cérébrale (IRM)	52
6.3.3	Angiographie	52
6.3.4	Électroencéphalogramme	53
6.3.5	IRM médullaire	53
6.3.6	Dosage (sang et LCR) des marqueurs	53
7	Limites de l’imagerie cérébrale et nécessité d’une biopsie des tumeurs intracrâniennes .	53
7.1	Techniques d’imagerie morphologique	53
7.1.1	Tomodensitométrie.....	53
7.1.2	Imagerie par résonance magnétique	55
7.2	Techniques d’imagerie multimodale.....	56
7.2.1	Tomographie par émission de positons	56
7.2.2	Spectroscopie par résonance magnétique.....	57
8	Stéréotaxie.....	60
8.1	Principes de base de la stéréotaxie	60
8.1.1	Définition de la cible	60
8.1.2	Atteinte de la cible.....	60
8.2	Avantages de la biopsie stéréotaxique	62
8.3	Matériel de biopsie stéréotaxique.....	63
8.3.1	Appareils stéréotaxiques	63
8.3.1.1	Appareil à arc.....	63

8.3.1.2	Appareils quadrangulaires (SPIEGEL et WYCIS, TALAIRACH).....	63
8.3.2	Cadres stéréotaxiques.....	64
8.3.2.1	Système de Leksell.....	64
8.3.2.2	Système de Brown -Roberts-Wells (BRW ou Radionics).....	65
8.3.2.3	Cadre de Laitinen.....	65
8.3.2.4	Cadre MICROMAR.....	66
8.3.3	Outils stéréotaxiques.....	66
8.3.3.1	Trocart de biopsie.....	66
8.3.3.2	Pince à morceler.....	67
8.3.3.3	Ressort spiral.....	67
8.4	Déroulement d'une biopsie stéréotaxique.....	67
8.4.1	Fixation du cadre stéréotaxique.....	67
8.4.2	Prise du cliché TDM ou IRM.....	67
8.4.3	Trajet stéréotaxique.....	68
8.4.4	Calcul des coordonnées.....	69
8.4.5	Trépanation.....	69
8.4.6	Introduction de l'outil.....	69
8.4.7	Prélèvement.....	70
8.4.8	Retrait de l'outil et du cadre stéréotaxique.....	70
8.5	Particularités des tumeurs du tronc cérébral et de la région pinéale.....	70
8.6	Limites et risques de la biopsie stéréotaxique.....	71
8.7	Différents champs d'application de la stéréotaxie.....	71
8.7.1	La biopsie stéréotaxique tumorale.....	71
8.7.2	Stéréotaxie fonctionnelle.....	72
8.7.2.1	Mouvements anormaux de la maladie de Parkinson.....	72
8.7.2.2	Douleur.....	73
8.7.2.3	Chirurgie de l'épilepsie.....	73
8.7.2.4	Irradiation interstitielle.....	73
8.7.2.5	Hyperthermie focale.....	73
8.7.2.6	Photochimiothérapie.....	74
8.7.2.7	Radiochirurgie stéréotaxique.....	74
8.8	Nouveaux apports technologiques et perspectives.....	74
9	Présentation de notre série.....	76

9.1	Matériel et méthodes	76
9.1.1	Matériel	76
9.1.1.1	Moyens personnels	76
9.1.1.2	Locaux	77
9.1.1.3	Moyens techniques	77
	9.1.1.3.1 Scanner	77
	9.1.1.3.2 Équipements	78
9.1.2	Méthodologie de recherche	80
9.1.2.1	Mode, période d'étude	80
9.1.2.2	Taille de l'échantillon	80
9.1.2.3	Mode de recrutement	80
9.1.2.4	Population étudiée	80
	9.1.2.4.1 Critères d'inclusion	80
	9.1.2.4.2 Critères d'exclusion	81
9.1.2.5	Collecte des données	81
9.1.2.6	Méthodes statistiques utilisées.....	81
9.1.2.7	Considérations éthiques	82
9.1.2.8	Déroulement de la procédure.....	82
	9.1.2.8.1 Avant la procédure.....	82
	9.1.2.8.2 Pendant la procédure.....	83
	9.1.2.8.3 Après la procédure.....	89
9.2	Résultats	90
9.2.1	Données cliniques	90
9.2.1.1	Répartition des patients selon l'année d'admission.....	90
9.2.1.2	Âge.....	91
9.2.1.3	Sexe	92
9.2.1.4	Répartition selon l'âge et le sexe	93
9.2.1.5	Répartition des patients selon l'État civil.....	95
9.2.1.6	Répartition des patients selon l'activité professionnelle	96
9.2.1.7	Répartition des patients selon l'origine géographique.....	97
9.2.1.8	Antécédents médicaux	98
9.2.1.9	Délai de diagnostic	99
9.2.1.10	Clinique.....	100
	9.2.1.10.1 État général (indice de Karnofski KPS)	100

9.2.1.10.2 Motifs de consultation	102
9.2.1.10.3 Examen clinique	103
9.2.2 Données paracliniques.....	105
9.2.2.1 Tomodensitométrie cérébrale (TDM).....	105
9.2.2.2 Imagerie par résonance magnétique (IRM)	105
9.2.2.2.1 Taille de la lésion	105
9.2.2.2.2 Nombre de lésions	106
9.2.2.2.3 Sièges des lésions	107
9.2.2.2.4 Côté de la lésion	108
9.2.2.2.5 Aspect des lésions	108
9.2.3 Traitement médical.....	109
9.2.4 Type d'anesthésie	110
9.2.5 Pénibilité de l'acte vécu par les patients	110
9.2.6 Nombre de carottes.....	110
9.2.7 Complications per opératoire	111
9.2.8 Évaluation clinique immédiate après l'acte	111
9.2.9 Histologie concluante (Fiabilité du geste).....	112
9.2.10 TDM de contrôle	112
9.2.11 Examen anatomopathologique	113
9.2.11.1 Radiographie du thorax.....	118
9.2.11.2 TDM thoraco-abdomino-pelvienne (TAP)	118
9.2.12 Mortalité et morbidité.....	118
9.2.12.1 Mortalité.....	118
9.2.12.2 Morbidité.....	118
9.2.12.2.1 Complications en per opératoires	118
9.2.12.2.2 Évaluation clinique immédiate	118
9.2.12.2.3 Évaluation scannographique (TDM de contrôle)	119
9.2.13 Décision thérapeutique	120
9.2.14 Évolution	121
9.2.14.1 Évolution à court terme.....	121
9.2.14.2 Évolution à moyen terme	121
9.2.14.3 Courbe de survie de Kaplan-Meier	123
9.3 Discussion	125
9.3.1 Fréquence	125

9.3.2	Âge	127
9.3.3	Sexe	128
9.3.4	Données cliniques	128
9.3.4.1	État général	128
9.3.4.2	Symptomatologie clinique	129
9.3.4.2.1	Le syndrome HIC	129
9.3.4.2.2	Le déficit neurologique	129
9.3.4.2.3	Les comitialités	129
9.3.5	Données paracliniques.....	129
9.3.5.1	Taille de la tumeur	129
9.3.5.2	Localisation de la tumeur	130
9.3.6	Cadres utilisés	131
9.3.7	Positionnement du cadre	131
9.3.8	Types d'anesthésie	132
9.3.9	Repérage guidé par TDM	133
9.3.10	Repérage guidé par IRM	133
9.3.11	Intérêt de la fusion scanner-IRM.....	134
9.3.12	Tomographie par émission de positons	134
9.3.13	Types d'aiguilles de biopsie	135
9.3.14	Choix du site de biopsie	136
9.3.15	Trajectoire de biopsie	136
9.3.16	Biopsie et nombre de carottes	137
9.3.17	TDM de contrôle	138
9.3.18	Fiabilité de la BST.....	138
9.3.19	Examen anatomopathologique	140
9.3.19.1	Examen extemporané.....	140
9.3.19.3	Résultats histologiques concluants.....	142
9.3.20	Cas particuliers des tumeurs du tronc cérébral.....	144
9.3.20.3	Selon la technique d'approche	144
9.3.20.2	Selon le diagnostic histologique	144
9.3.20.3	Selon la nature des lésions	145
9.3.20.4	Selon la mortalité	145
9.3.21	Cas particuliers des tumeurs de la région pinéale	145
9.3.22	Incidents (morbidité et mortalité).....	146

9.3.23	Évolution des lésions.....	152
9.3.24	Endoscopie et stéréotaxie	154
9.3.25	À propos de la biopsie sans cadre	154
9.3.26	Nouveaux apports technologiques	155
9.4	Illustrations	156
9.4.1	Observation 1	156
9.4.2	Observation 2	160
9.4.3	Observation 3	164
9.4.4	Observation 4	167
9.4.5	Observation 5	170
9.4.6	Observation 6	173
9.4.7	Observation 7	176
9.4.8	Observation 8	179
9.4.9	Observation 9	181
9.4.10	Observation 10	184
10	Conclusion.....	187
11.	Bibliographie.....	191
12.	Annexes	
13.	Résumé	

1 Introduction

La stéréotaxie, du grec « stéréo » et « taxis » (arrangement dans l'espace), est une technique neurochirurgicale qui utilise un cadre pour diriger avec une grande précision une électrode, une aiguille de biopsie ou tout autre dispositif jusqu'à une cible intracérébrale en utilisant un repérage dans les trois plans de l'espace [1].

Cette technique a été utilisée pour la première fois chez l'homme par Spiegel et Wycis en 1947. Talairach en 1949 a décrit un cadre stéréotaxique humain à applications multiples.

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.

Elle consiste à réaliser plusieurs prélèvements, donc c'est une intervention chirurgicale au cours de laquelle le chirurgien prélève à l'aide de fins instruments de petits fragments de lésion cérébrale pour les analyser : dans la majorité des cas, il s'agit d'une tumeur.

L'avènement de la tomodensitométrie (TDM) dans les années 70 et de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) dans les années 80, ainsi que l'artériographie numérisée cérébrale ont permis de faire un grand pas en avant, faisant de cette technique une méthode simple et courante.

Le rôle de la biopsie stéréotaxique (BST) dans un contexte tumoral illustre parfaitement l'intérêt de la stéréotaxie. D'autant qu'à ce jour, cette approche technique est considérablement facilitée par l'évolution constante de l'imagerie et de la procédure.

L'équipement de stéréotaxie (salle d'opération, appareils de radiologie, cadre et instruments) permet au chirurgien de contrôler à tout moment de l'intervention les gestes qu'il effectue, ce qui assure aux biopsies stéréotaxiques : précision, fiabilité et sécurité. Il permet d'éviter une large ouverture de la voûte du crâne pour pratiquer ces biopsies et diminue ainsi les risques liés à l'intervention.

L'anesthésie qu'elle requiert est beaucoup moins profonde puisque ce geste se fait sous anesthésie locale, réduisant ainsi le séjour à l'hôpital.

La neurochirurgie stéréotaxique est basée sur un système de coordonnées cartésiennes, en employant un concept mathématique qui définit un point dans l'espace par rapport à 03 plans perpendiculaires entre eux, qui forment un angle droit à leur intersection [1] [2] [3].

- Antéro-postérieur
- Latéral
- Vertical

Notre objectif principal à travers ce travail est d'abord de donner une signification histologique à une lésion visualisée par le scanner ou l'IRM, avec la nécessité d'être le moins traumatisant possible et d'intervenir à crâne fermé et de travailler dans des conditions de sécurité maximale afin d'aboutir au diagnostic sans risque fonctionnel ou vital.

L'objectif secondaire de notre étude est :

- À poser le diagnostic histopathologique le plus précis possible des tumeurs du système nerveux central, surtout pour les tumeurs profondes inaccessibles à la chirurgie à ciel ouvert.
- Notre étude vise principalement à rapprocher les méthodes thérapeutiques requises pour les patients de l'Est algérien. Cette démarche vise à garantir une prise en charge médicale adaptée dans les plus brefs délais, ce qui améliore le pronostic des tumeurs cérébrales inaccessibles.

Un inventaire complet de ces tumeurs dans notre région englobant et précisant les caractéristiques anamnestiques, cliniques, paracliniques, neuropathologiques nous permettra sans doute d'optimiser la prise en charge diagnostique de ces tumeurs.

2 Historique

L. VINCI a été le premier à dessiner un crâne divisé en trois plans intersectés à la fin du 15^e siècle durant ses études anatomiques, introduisant ainsi **l'analyse géométrique du cerveau humain**.

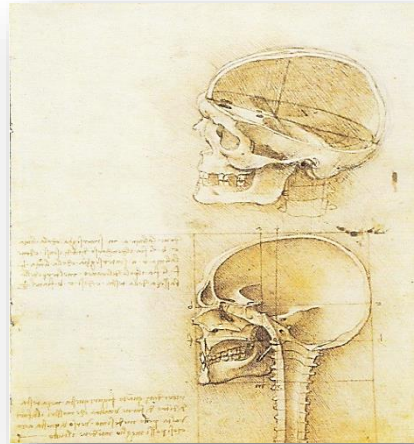


Figure 1 : « L'intersection de la ligne a m avec la ligne c b est le point de rencontre de tous les sens ; et l'intersection de la ligne r n avec la ligne h f est l'axe du crâne dans la troisième des divisions de la tête » [4].

Carl Dittmar en 1873 mit au point un instrument dans le but d'éliminer les mouvements de tête d'un lapin et d'avoir ainsi les mains libres pour placer des incisions avec une plus grande précision dans le bulbe rachidien et de contrôler la profondeur des incisions. Mais celui-ci n'est pas considéré comme un appareil stéréotaxique [4].

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 [5]. 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.

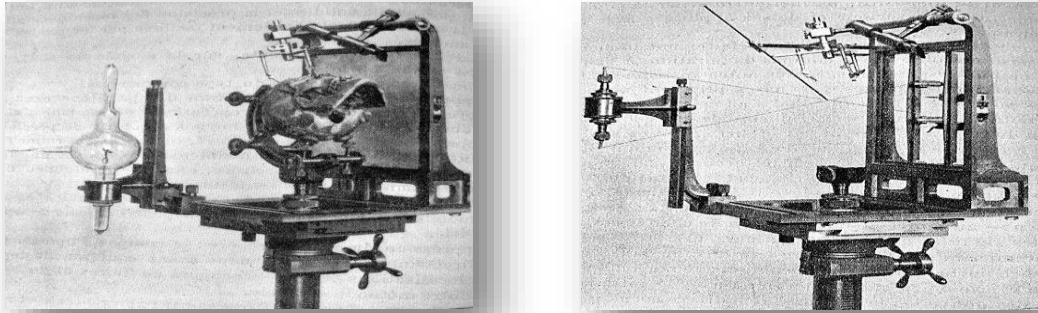


Figure 2 : Appareil de M. Contre-Moulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête [5].

L'encéphalomètre est le premier appareil stéréotaxique fabriqué par **N. Zernov** à Moscou en 1890 (utilisé en chirurgie par **ALTUKHOV** deux ans plus tard) : un cadre sur lequel étaient montés des arcs et utilisé pour cartographier et mesurer les circonvolutions cérébrales humaines.

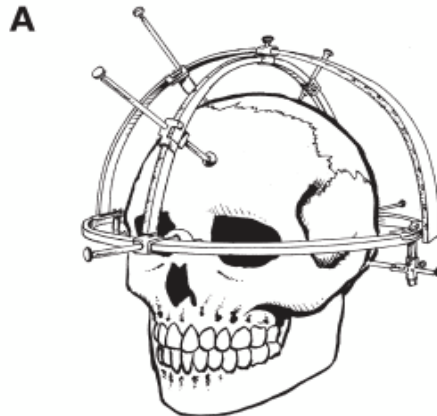


Figure 3 : L'encéphalomètre, le premier appareil stéréotaxique créé et utilisé par Zernov, professeur à l'université d'anatomie de Moscou au début du XIXe siècle [6].

La chirurgie stéréotaxique a débuté d'abord chez l'animal en 1908, lorsque **Sir Victor Horsley** (à la fois neurochirurgien et neurophysiologiste, reconnu comme le **père de la neurochirurgie fonctionnelle**) et **Robert Clarke** (mathématicien et chirurgien de formation) ont présenté leur nouvel appareil qui permet d'insérer un instrument en sous-cortical avec précision à l'aide d'un système de coordonnées cartésiennes qui définit un point dans l'espace, en spécifiant trois coordonnées :

- ✓ Antéro-postérieur
- ✓ Lateral
- ✓ Verticales

Donc **V. Horsley – R.H. Clarke** définissent les fondamentaux de la stéréotaxie et lui donnent réellement naissance : - Un cadre rigide fixé au crâne qui est resté un modèle pour la plupart de ces dispositifs, à la fois pour les animaux et les humains, au cours de ce siècle passé.

- Un mécanisme pour diriger les instruments vers une cible intracrânienne bien déterminée.
- Une unité d'acquisition de données stéréotaxiques (Atlas stéréotaxique) correspondant à ce même système cartésien.
- Une sonde ou des instruments chirurgicaux qui peuvent être introduits vers la cible à l'aide d'un cadre de stéréotaxie [7].



Figure 4 : Système de stéréotaxie inventé par Horsley-Clarke en 1908 [7].

On peut affirmer que l'ère moderne de la stéréotaxie a commencé en 1906 après la publication des travaux de **CLARKE** et **HORSLEY** dans la chirurgie du cerveau en utilisant un système cartésien de 03 coordonnées.

A. Mussen, un ingénieur ayant travaillé sur l'appareil stéréotaxique de Horsley- Clarke, a conçu en 1918 un appareil similaire dans le but de l'utiliser chez l'homme, mais n'a jamais pu convaincre les neurochirurgiens de l'utiliser [8].



Figure 5 : Adaptation du cadre de Horsley et Clark par Mussen [8].

La première intervention stéréotaxique chez l'homme ne fut effectuée qu'en 1947 par **SPIEGEL et WYCIS** [9] qui réalisèrent une thalamotomie dorso-médiane cherchant à interrompre les voies thalamo-frontales. Ils développèrent le premier Atlas de stéréotaxie chez l'homme, en 1952. La contribution de SPIEGEL et WYCIS repose surtout dans l'introduction d'un repère intracrânien, **la commissure postérieure**, encore associée. Dans leurs travaux, à des repères osseux crâniens.

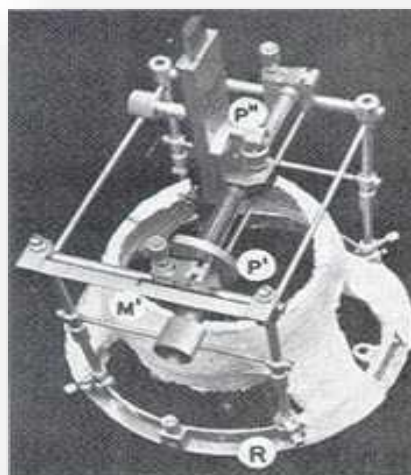


Figure 6 : Cadre de Spiegel et Wycis utilisé chez l'homme [9].

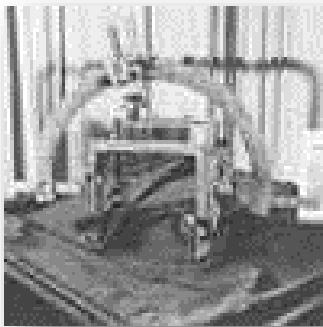
Peu de temps après et en quelques années vont apparaître plusieurs systèmes de stéréotaxie. Certains ne furent utilisés que par leurs auteurs. D'autres allaient connaître une diffusion importante. Citons :

TALAIRACH en France.

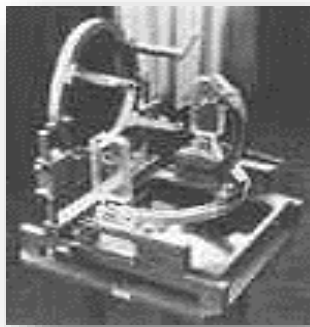
RIECHERT-MUNDINGER et **Fisher** en Allemagne.

LEKSELL et **Laitinen** en Suède.

COOPER et **TODD** et **Brown-Roberts-Wells (BRW)** aux USA.



Système de LEKSELL



Système de TODDWELLS



Système de REICHER

Figure 7 : Cadres stéréotaxiques à goniomètre [10].

L. Leksell, en 1949, érige un modèle de cadre en arcs pour un usage neurochirurgical et radiochirurgical. L'atlas anatomique sert de modalité référentielle pour déterminer les angles et distances des trajectoires pour atteindre les cibles [10].



Figure 8 : Cadre Leksell publié en 1949 [10].

La contribution majeure de **TALAIRACH** fut la publication, en 1957, d'un atlas de coupes cérébrales où il montra la nécessité d'avoir au moins deux repères intracérébraux comme références : les commissures antérieure (**CA**) et postérieure (**CP**) permettant de construire un repère d'axes à partir de cette ligne inter commissurale **CA-CP**.

Le premier axe étant la ligne **CA-CP**, les deux autres étant perpendiculaires à cette ligne, passant par **CA** pour l'un, par **CP** pour l'autre.

L'Atlas de **BAILEY** et **SCHALTENBRAND** publié deux ans plus tard s'inspire du principe de **TALAIRACH** en reprenant la ligne **CA-CP**, mais en simplifiant le système d'axes par l'utilisation du plan des médiatrices du segment **CA-CP**, permettant de définir un seul point «zéro » comme origine du système de coordonnées cérébrales : le milieu de CA-CP[11].

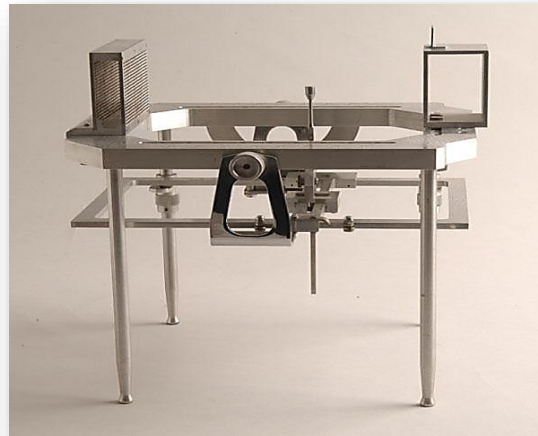


Figure 9 : Cadre de Talairach 1949 [13].

L'intérêt principal au début de l'ère de la neurochirurgie stéréotaxique s'est porté vers la chirurgie fonctionnelle, étant donné les résultats décevants de la neurochirurgie tumorale avec un taux de mortalité trop élevé.

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.

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 (MICHEL ZERAH, HERVE DRUET, GUISEPPE CINALLI, FRANCIS, BRUNELLE, CHRISTIAN, SANTE-ROSE, 1998).



Talairach
1949



Narabayashi
1950



Reichert
1951



Rand and Wells
1953



Austin and Lee
1956



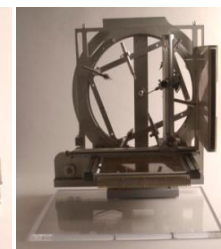
Rand-Urba
1956



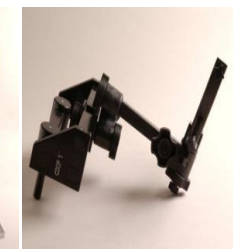
Bertrand
1958



Nashold
1969



Heimberger
1972



Malcolm and Rand
1988

Figure 10 : Différents cadres avec leurs années d'invention [12].

Évolution des concepts en Algérie

En Algérie, la première intervention stéréotaxique a été réalisée le 19 octobre 1987 à l'hôpital Mohamed Seghir NEKKACHE (HCA) à Alger par le professeur **A. BOUTLELIS** pour un patient porteur d'une tumeur avec une double localisation : l'une dans la région supra-sellaire et l'autre au niveau de la fosse cérébrale postérieure.

La seconde procédure a été réalisée le 21 octobre 1987 chez une dame porteuse d'un kyste arachnoïdien de l'angle ponto-cérébelleux, qui, refusant l'intervention chirurgicale, a bénéficié d'une ponction vidange de son kyste par voie stéréotaxique en condition TDM.

Depuis, les patients de tout le territoire national ont été pris en charge par Dr **BOUTLELIS**. Une centaine de patients ont bénéficié de la chirurgie stéréotaxique au moyen du cadre de LEKSELL type D en condition TDM.

À l'hôpital universitaire Ibn Rochd d'Annaba, ce n'est qu'en l'an 2013 que la biopsie stéréotaxique a pu être introduite au service de neurochirurgie qui a pu acquérir un cadre stéréotaxique de type **MICROMAR** et la première biopsie stéréotaxique fut réalisée le 20/11/2012.

3 Rappel anatomique

3.1 Anatomie topographique de l'encéphale

Lors de la réalisation d'un geste en condition stéréotaxique, il est impératif de connaître l'anatomie topographique et l'histologie de l'encéphale afin d'éviter les structures vasculaires et les zones hautement fonctionnelles.

3.1.1 Contenant du crâne (les structures osseuses)

Le crâne est une boîte osseuse ovoïde à grosse extrémité postérieure renfermant l'encéphale. Il présente 2 parties :

- _ Une partie supérieure : la voûte du crâne ou calvaria, résistante, elle a un rôle de protection.
- _ Une partie inférieure : la base du crâne, percée d'orifices qui laissent passer les vaisseaux de l'encéphale, la moelle, les nerfs crâniens. Le bulbe passe du crâne dans le canal vertébral par le FORAMEN MAGNUM situé à la partie postérieure de la base.

Les os du crâne sont au nombre de 8 :

- ✓ Des éléments pairs et latéraux :
 - Les 2 os temporaux
 - Les 2 os pariétaux
- ✓ Des éléments impairs et médians :
 - L'os frontal
 - L'os ethmoïde
 - L'os sphénoïde
 - L'os occipital

Tous participent à la constitution de la calvaria et de la base du crâne, sauf les pariétaux qui n'occupent que la calvaria et l'ethmoïde qui n'apparaît qu'à la base du crâne.

- **Os frontal** : Il est constitué de deux parties :

- _ Une partie verticale appartenant à la voûte crânienne, l'écaille ou partie squameuse qui comprend :

- Sur sa face exocrânienne : les bosses frontales qui donnent le relief du front, les arcades sourcilières séparées par une petite dépression (la glabelle) et l'incisure supraorbitaire qui délimite l'entrée de l'orbite,
- Sur sa face endocrânienne : une crête osseuse médiane, la crête frontale, point d'insertion de la faux du cerveau ; cette crête frontale se poursuit par le sillon du sinus sagittal supérieur.

De chaque côté se trouvent les fossettes granulaires (empreinte des granulations arachnoïdiennes de Pacchioni).

_ Une partie horizontale appartenant à la base du crâne, la portion orbito-nasale de l'os frontal qui comprend :

- Sur sa face exocrânienne : une échancrure postérieure, dite ethmoïdale, s'articulant avec l'os ethmoïde avec en avant l'épine nasale, bordée de chaque côté d'une zone creusée de demi-cellules frontales complétées par des demi-cellules ethmoïdales constituant les sinus ethmoïdo-frontaux s'ouvrant dans les cavités nasales avec latéralement, les fosses orbitaires.
- Sur sa face endocrânienne : les bosses orbitaires répondant aux fosses orbitaires de la partie exocrânienne.

En avant, l'os frontal s'articule avec les os de la face (os propre du nez, os lacrymal, os maxillaires) et en particulier avec l'os zygomatique par l'intermédiaire de son processus zygomatique qui forme la partie supérieure et latérale de l'orbite. En arrière, il s'articule avec les os pariétaux, l'os ethmoïde et l'os sphénoïde. Il est creusé par des sinus aériens (sinus frontaux) communiquant avec les cavités nasales [13].

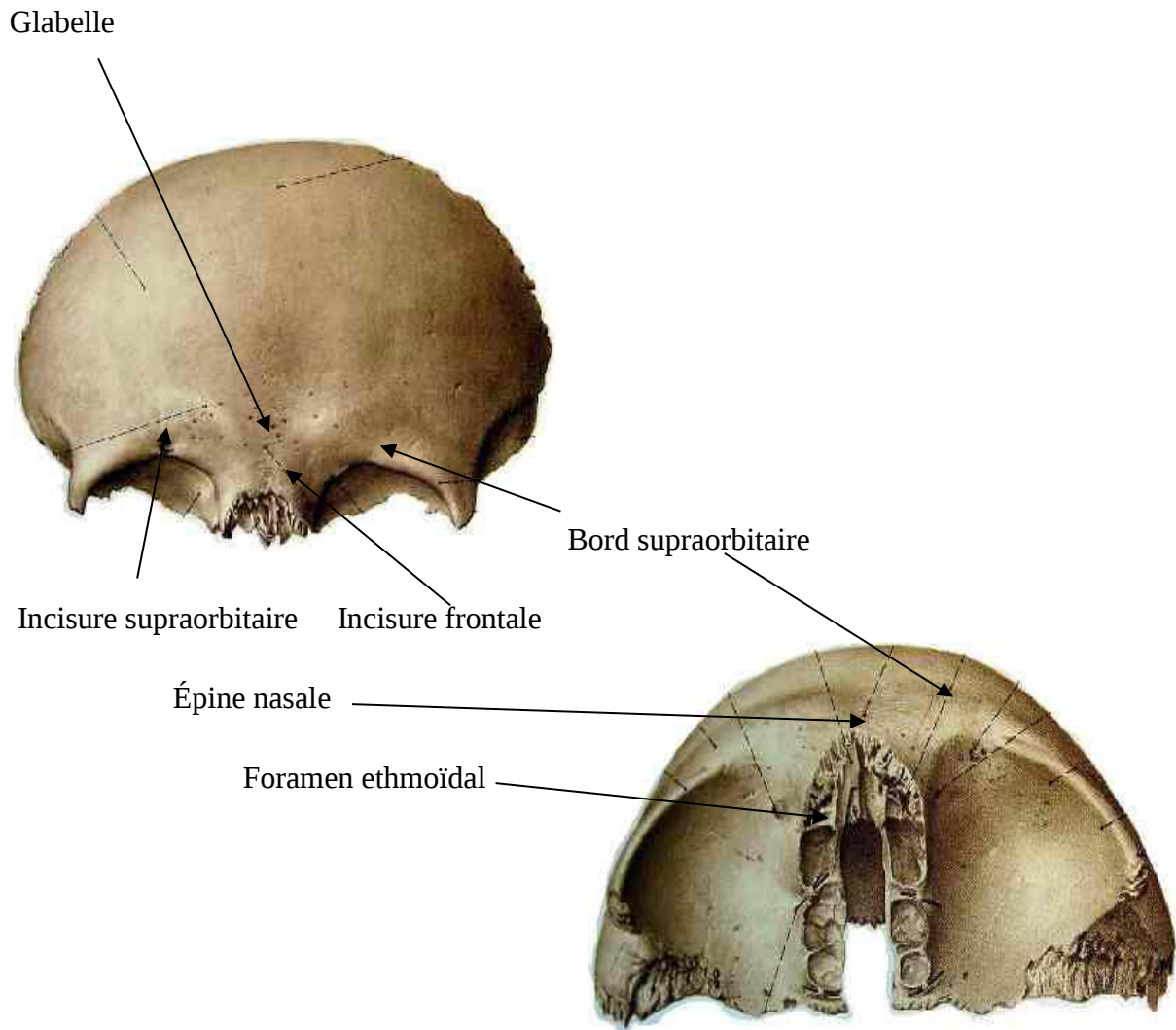


Figure 11 : Os frontal, vue antérieure et inférieure [13].

❖ **Os temporal** : comprend trois parties :

_L'écaille : sa partie supérieure appartient à la voûte et sa face exocrânienne convexe sert d'insertion au muscle temporal.

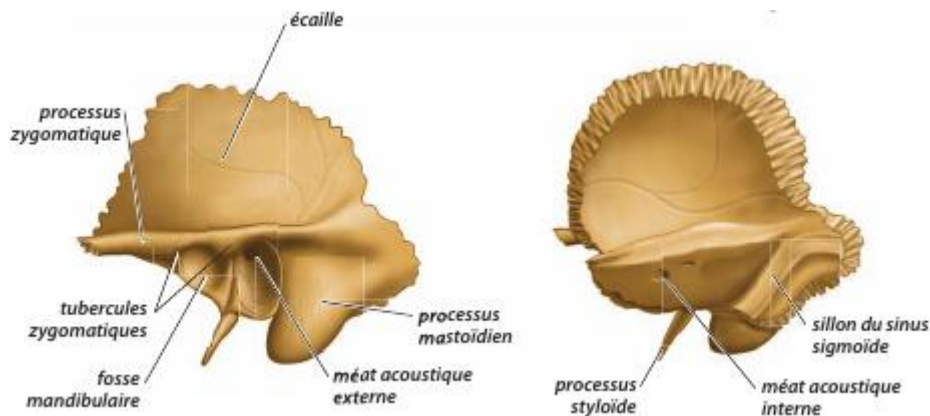
Sa partie inférieure appartient à la base.

De l'écaille du temporal s'étend vers l'avant le processus zygomatique qui, avec le processus temporal de l'os zygomatique, forme l'arcade zygomatique. L'écaille de l'os temporal s'articule en haut avec l'os pariétal et en avant avec la grande aile du sphénoïde.

_ Le rocher comprend deux parties :

- Une partie tympanique ou os tympanal, située sous l'origine du processus zygomatique.
- Une partie pétreuse s'intercalant entre l'os sphénoïde et l'os occipital.

_ La mastoïde : située en arrière du rocher, creusée de cellules en communication avec l'oreille moyenne.



L'os temporal gauche vue exocrânienne

L'os temporal droit vue endocrânienne

Figure 12 : L'os temporal [13].

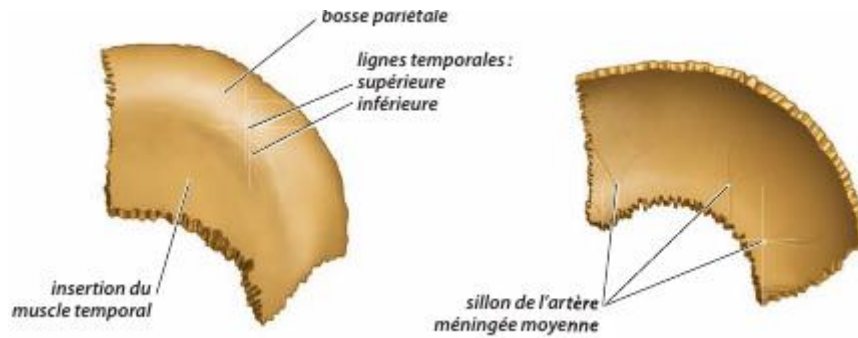
❖ **L'os pariétal** : est un os quadrilatère formant plus du tiers de la voûte crânienne.

_ Sa face exocrânienne est convexe, parcourue par les lignes temporales supérieure et inférieure ;

_ Sa face endocrânienne est parcourue par les sillons de l'artère méningée moyenne.

L'os pariétal s'articule :

- Sur la ligne médiane avec l'os pariétal controlatéral (suture sagittale),
- En avant avec l'os frontal (suture coronale),
- En arrière avec l'os occipital (suture lambdoïde).

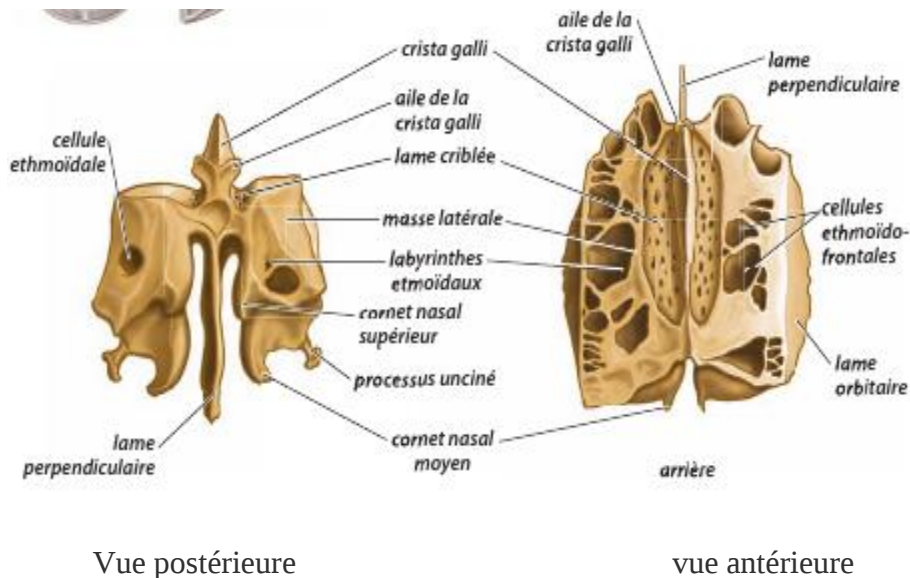


L'os pariétal gauche vue exocrânienne

L'os pariétal droit vue endocrânienne

Figure 13 : L'os pariétal [13].

- ❖ **L'os ethmoïdal :** s'étend de la paroi médiale de la cavité orbitaire jusqu'aux parois des fosses nasales. Cet os, implanté sous l'os frontal, se décompose en plusieurs entités. La lame verticale, ou perpendiculaire. La lame criblée horizontale, elle, comporte des orifices par lesquels les fibres nerveuses de l'odorat sont acheminées. Enfin, deux masses latérales forment deux blocs en forme de parallélépipède [14]



Vue postérieure

vue antérieure

Figure 14 : L'os ethmoïdal [13].

L'os sphénoïdal : impair, symétrique, situé à la partie inférieure et moyenne de la base de la boîte crânienne, dont il forme le milieu du plancher : il est articulé avec toutes les pièces du crâne sans exception. Sa partie moyenne est le corps du sphénoïde ; ses parties latérales sont les grandes et petites ailes [15] .

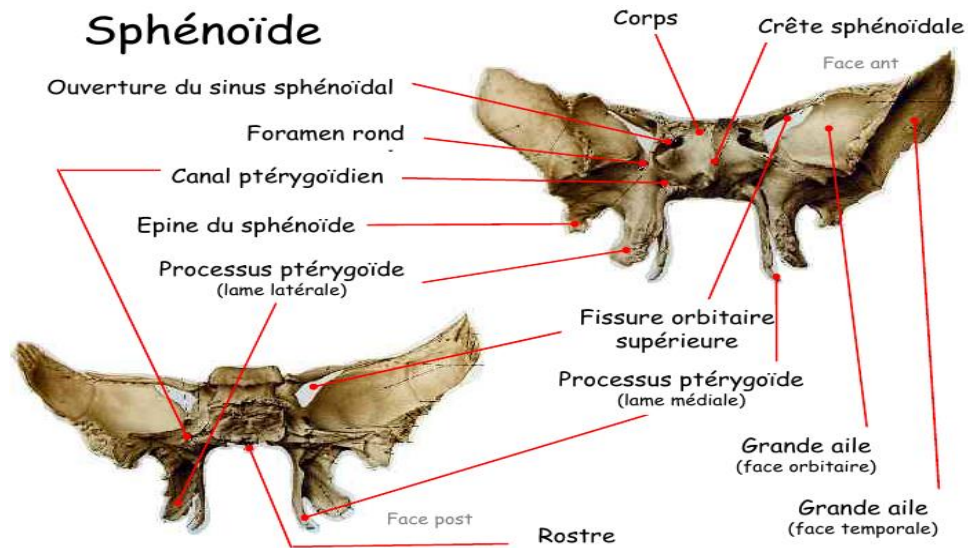


Figure 15 : L'os sphénoïdal [13] .

L'os occipital : est constitué de trois grandes parties. La première est formée par une écaille qui correspond à la partie postérieure de la voûte crânienne. La seconde se compose d'une partie basilaire qui configure la partie postérieure de la base de la boîte crânienne, tandis que la troisième est formée par deux jonctions latérales. L'os occipital est articulé avec les os pariétaux, l'os sphénoïde, les os temporaux ainsi que l'os atlas.

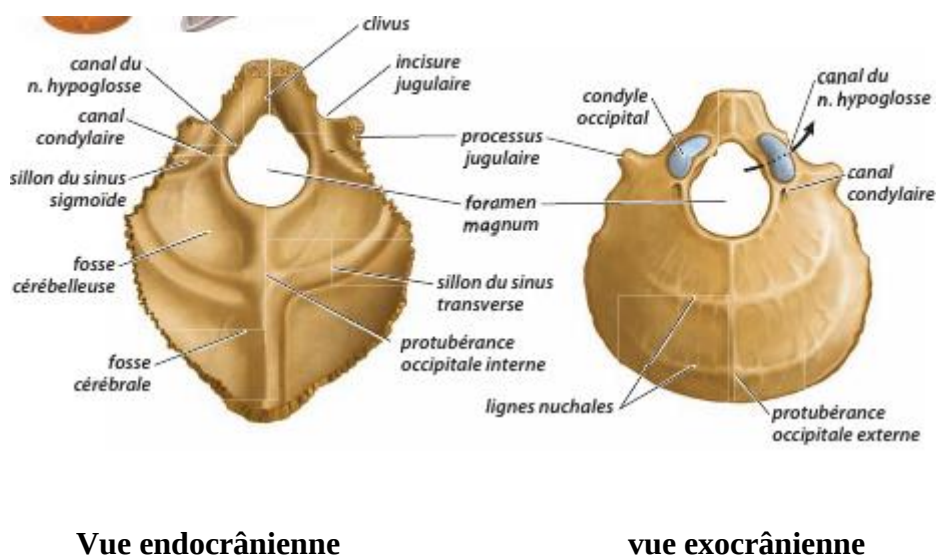


Figure 16 : L'os occipital [13].

3.1.2 Contenu du crâne (l'encéphale)

Il est composé des structures suivantes :

- Le cerveau : hémisphères cérébraux, noyaux gris centraux, ventricules.
- Le tronc cérébral : bulbe, protubérance, pédoncules cérébraux.
- Le cervelet.
- Le système ventriculaire.

3.1.2.1 Cerveau

C'est le centre nerveux, constitué de :

- ✓ Les hémisphères cérébraux : ils sont situés dans la loge cérébrale antérieure, et reposent dans les fosses crâniennes antérieure et moyenne et sur la tente du cervelet qui les sépare de la loge cérébrale postérieure. Ils sont réunis par des **commissures interhémisphériques**.

La surface des hémisphères est parcourue de plis :

•Les plis profonds : **sillons ou scissures** :

- Sillon central (= scissure de Rolando),
- Sillon latéral (= scissure de Sylvius),
- Sillon temporo-occipital.

Délimitant des lobes dans chaque hémisphère :

- Lobe frontal,
- Lobe pariétal,
- Lobe temporal,
- Lobe occipital,
- Insula.
- Lobe du corps calleux

•Les autres plis, moins profonds, délimitent des circonvolutions ou gyrus.

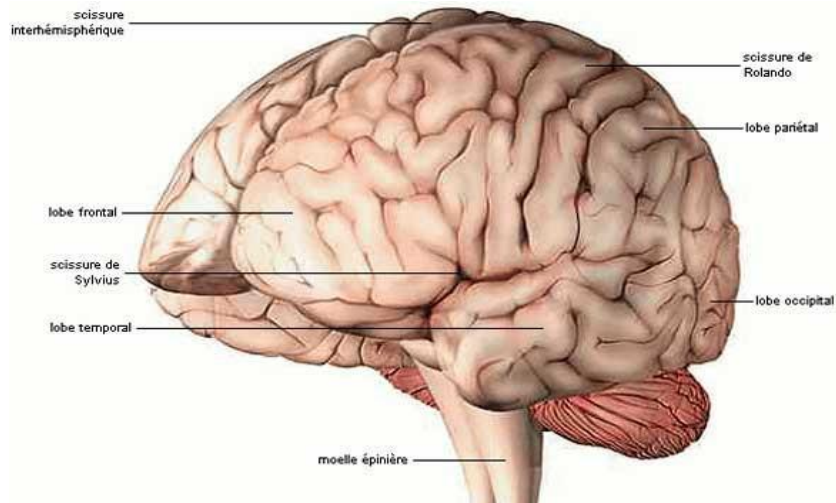


Figure 17 : Vue antéro-latérale de l'encéphale [16].

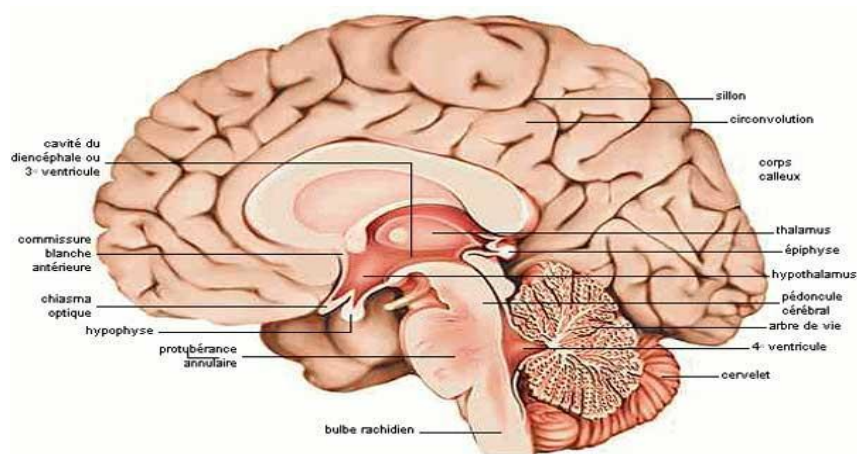


Figure 18 : Vue médiale de l'encéphale [16].

- Lobe frontal : limité par la scissure de Rolando en arrière et la scissure de Sylvius en bas et callosomarginale en dedans, divisé en 04 circonvolutions (ascendante ou précentrale, supérieure F1, moyenne F2, inférieure F3). Son rôle est :
- La motricité (frontale ascendante).
 - Conscience.
 - Jugements.
 - Contrôle des réactions émotionnelles.

- Lobe pariétal : limité par la scissure rolandique et la scissure de Sylvius, et divisé en 03 circonvolutions :

Ascendante (post-centrale).

Supérieure (P1).

Inférieure (P2).

La fonction de ce lobe se résume en :

- Sensibilité (pariétale ascendante).
- Prise de conscience du corps dans l'espace.
- Intégration des informations liées à la vue, au toucher, afin de former une impression complète du monde.

- Lobe occipital : limité par : scissure préoccipitale et perpendiculaire, et divisé en 06 circonvolutions :

O1 (supérieure).

O2 (moyenne).

O3 (inférieure).

O4.

O5.

O6 (cunéus).

Le rôle essentiel de ce lobe est : la fonction visuelle :

- Détection.
- Identification.
- Interprétation des objets.

- Lobe temporal : limité par la scissure latérale et la fente de Bichat, et divisé en 05 circonvolutions :

T1 (supérieure).

T2 (moyenne).

T3 (inférieure).

T4.

T5 (circonvolution de l'hippocampe). Son rôle est :

- Audition (T1).
- Discrimination auditive.
- Compréhension du langage.

- Lecture.
- Acquisition de la mémoire.
- Odorat.
- **Hippocampe** est impliqué dans :
 - Mémoire.
 - Émotion.
- Lobe du corps calleux (circonvolution de cingulum) : limité par la scissure calloso-marginale et le sillon du corps calleux, il forme une seule circonvolution (**circonvolution limbique**) qui s'unit à la T5.

Son rôle essentiel est l'olfaction.

- Lobe de l'insula : se situe dans la profondeur de la scissure de Sylvius et se divise en 05 circonvolutions :
 - I1.**
 - I2.**
 - I3.**
 - I4.**
 - I5.**

La fonction de ce lobe réside dans la perception consciente des sensations viscérales (malaises gastriques, plénitudes de la vessie).

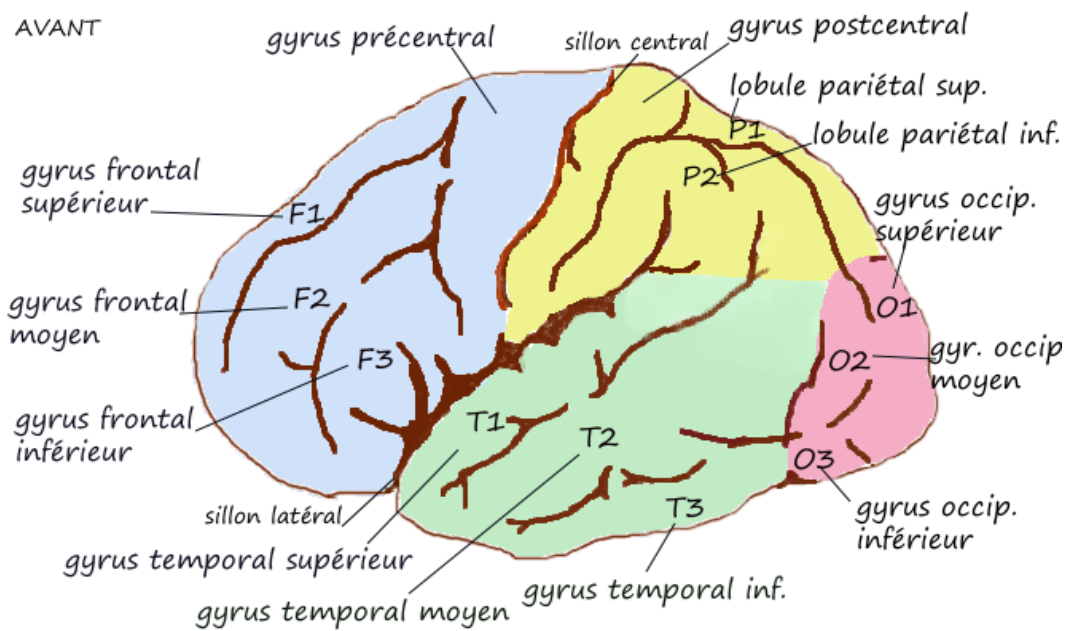


Figure 19 : La face supéro-latérale du cerveau (gyrus du cerveau) [17].

Les commissures interhémisphériques : Elles contiennent des fibres nerveuses qui établissent des relations entre les deux hémisphères cérébraux. Ce sont : le corps calleux, le fornix, la commissure blanche antérieure, la commissure blanche postérieure.

Le corps calleux a la forme d'une lame épaisse de substance blanche, à disposition sagittale et disposée entre les deux hémisphères. Il présente une extrémité antérieure (le genou), un corps et une partie postérieure (le bourrelet). La face supérieure est au fond de la fissure longitudinale du cerveau (scissure inter- hémisphérique). La face inférieure répond au fornix (trigone) et aux ventricules latéraux. Son rôle est de relier les territoires corticaux des 2 hémisphères (lobes frontaux, pariétaux et occipitaux), ce qui permet la coordination des fonctions à gauche et à droite.

Le fornix (ou trigone) est formé de deux cordons de fibres nerveuses, appelés piliers, enroulés d'avant en arrière, et accolés dans leur partie moyenne. L'ensemble a la forme d'un X. Chaque cordon relie l'hippocampe au tubercule mamillaire, du même côté. Quelques fibres sont croisées. Le fornix est placé sous le corps calleux.

La commissure blanche antérieure, c'est une formation qui relie les deux lobes temporaux en passant devant les piliers antérieurs du fornix. Elle relie les deux noyaux amygdaliens (placés dans le lobe temporal) qui appartiennent aux systèmes olfactif et limbique.

La commissure blanche postérieure, c'est une formation transversale, de structure très complexe, qui contient des fibres d'association entre les noyaux des nerfs crâniens, et entre les deux moitiés du mésencéphale et du diencéphale.

- ✓ Noyaux gris centraux : pairs et symétriques se distinguent en 2 types :

Noyaux optostriés :

-Thalamus (couche optique) : volumineuse, elle est située dans la partie la plus profonde de l'hémisphère, de chaque côté du 3^e ventricule.

-Corps strié ou striatum : chaque corps strié est formé de 3 noyaux gris : le noyau caudé, le noyau lenticulaire et le claustrum ou avant-mur. Le noyau lenticulaire est lui-même formé de deux parties : la partie externe s'appelle putamen. Elle forme avec le noyau caudé : le néostriatum. La partie interne s'appelle pallidum, qui forme le paléo-striatum. Ce sont des centres sous-corticaux de la fonction motrice.

Noyaux sous-optostriés : situés au-dessous du thalamus et du 3^e ventricule :

-Hypothalamus : le bas-fond du 3^e ventricule contient, réparti dans l'épaisseur de ses parois, plusieurs noyaux de substance grise qui appartiennent au système nerveux végétatif.

Il se prolonge par deux glandes, l'hypophyse en bas, l'épiphyse en arrière :

_ **L'hypophyse** : c'est un organe neuro-glandulaire de la taille d'un petit pois appendu à la face antérieure de l'hypothalamus par la tige pituitaire. Elle est logée dans la selle turcique, fermée par les expansions dure-mériennes.

_ **Épiphyse ou corps pinéal** : C'est un petit organe glandulaire appendu à la paroi supérieure ou toit de V3.

-Subthalamus (région sous-thalamique) : il se situe sous le thalamus et en dehors de l'hypothalamus, se constitue par 2 noyaux :

- **Zona incerta.**
- **Corps de Luys.**

Son atteinte est responsable de troubles moteurs.

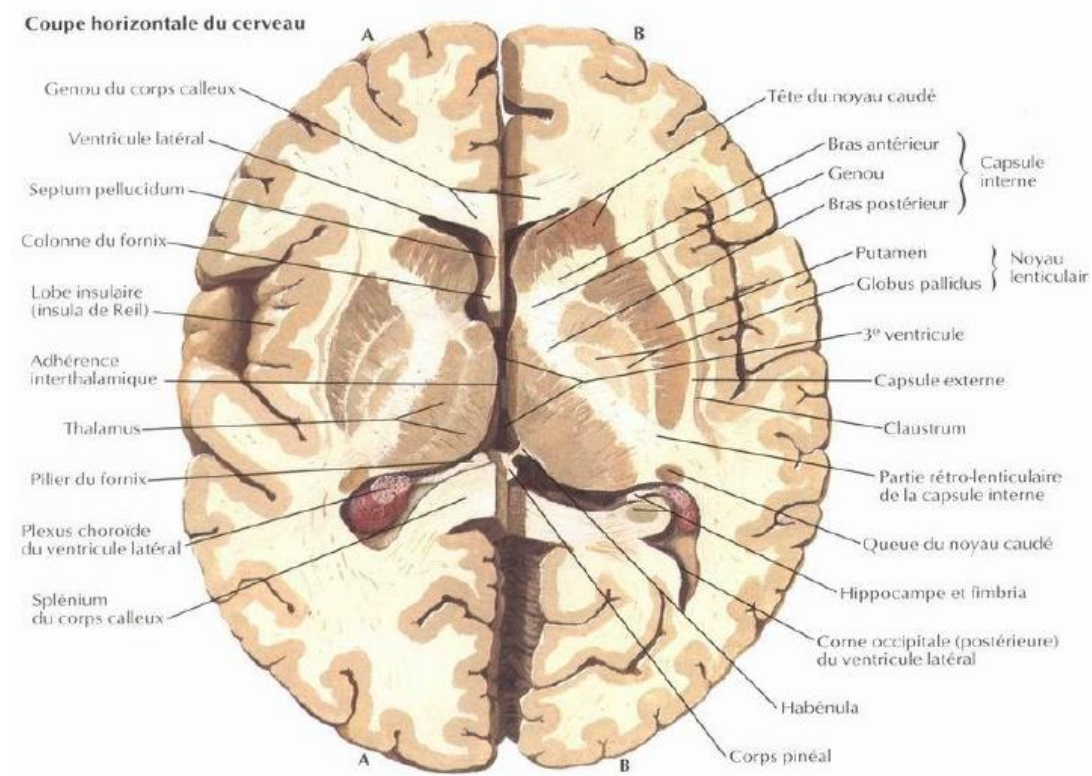


Figure 20 : Anatomie des noyaux gris centraux [18].

3.1.2.2 Tronc cérébral

C'est le segment du névraxe qui est placé au-dessus de la moelle, sous le cerveau et en avant du cervelet, au centre de la fosse crânienne postérieure.

Le tronc cérébral est une portion dilatée du névraxe, il est relié au cerveau, via les pédoncules cérébraux du mésencéphale, et au cervelet, via les pédoncules cérébelleux supérieurs. C'est également le lieu d'émergence de dix des douze paires de nerfs crâniens (de la IIIe paire à la XIIe). Il présente à décrire 3 parties qui sont, de bas en haut :

- La moelle allongée (bulbe rachidien)
- Le pont (protubérance annulaire)
- Le mésencéphale (pédoncules cérébraux)

Le tronc cérébral est responsable de plusieurs fonctions, dont la régulation de la respiration et du rythme cardiaque, la localisation des sons, etc. C'est également un centre de passage des voies motrices et sensitives, ainsi qu'un centre de contrôle de la douleur.

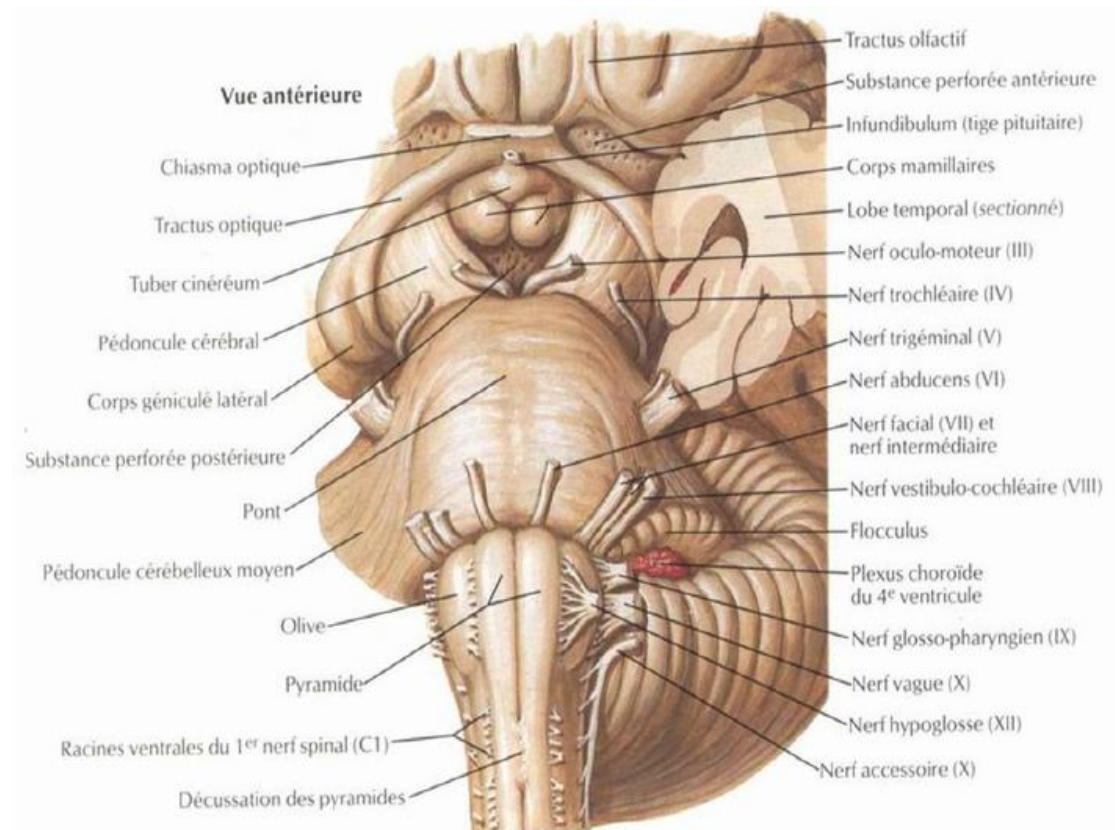


Figure 21 : Face antérieure du tronc cérébral [16].

Face antérieure du tronc Le cervelet est un centre nerveux régulateur de la fonction motrice, au sens large (mouvement, posture et équilibre). Il est placé dans la fosse crânienne postérieure ou fosse cérébelleuse de la boîte crânienne. Il est disposé sous une forte toile fibreuse appelée la tente du cervelet. Sa surface est parcourue de plis :

– Les plis profonds : sillons ou scissures délimitent des lobes :

- Lobe flocculo-nodulaire,
- Lobe antérieur,
- Lobe postérieur.

– Les autres plis, moins profonds, délimitent des circonvolutions ou lamelles. Sa subdivision fonctionnelle en 3 zones :

- Vermis : médian,
- Région paravermienne : paramédiane,
- Hémisphères cérébelleux : latéraux.

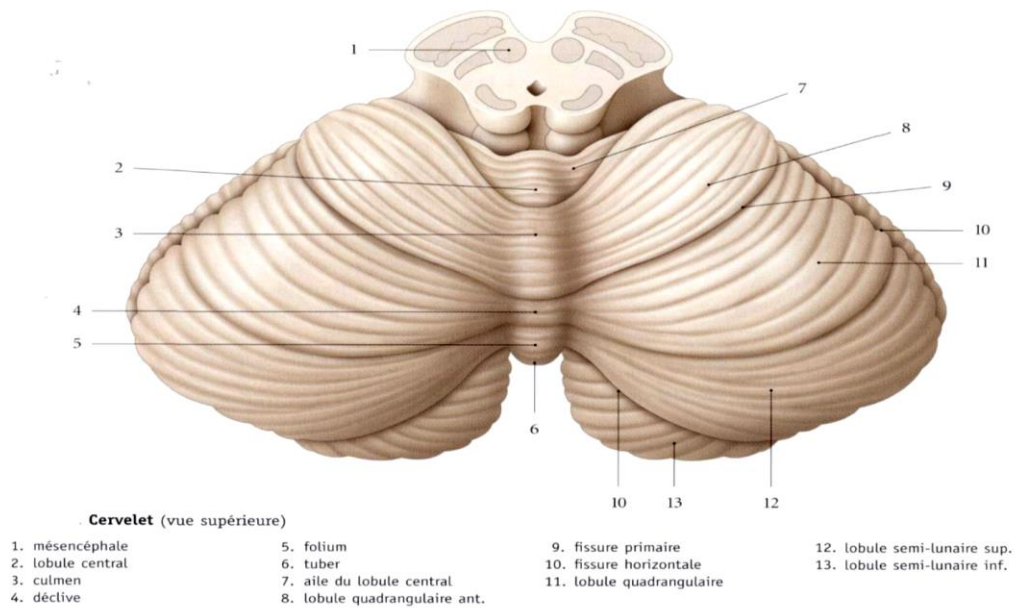


Figure 22 : Vue supérieure d'un cervelet [19].

3.1.2.3 Ventricules

Dilatations régionales du canal de l'épendyme, constitués de 2 ventricules intrahémisphériques (**ventricules latéraux**), 1 ventricule diencephalique (**3^e ventricule**).

- Ventricules latéraux : recourbés en fer à cheval, en épousant la convexité du noyau caudé. Ils communiquent avec le 3^e ventricule par le trou de Monro de chaque côté et sont divisés en corne frontale, corne temporale, corne occipitale et carrefour ventriculaire.
- 3^e ventricule : C'est une cavité diencephalique impaire et médiane. Elle communique en bas avec le 4^e ventricule (situé dans la fosse cérébrale postérieure) par l'**aqueduc de Sylvius**.

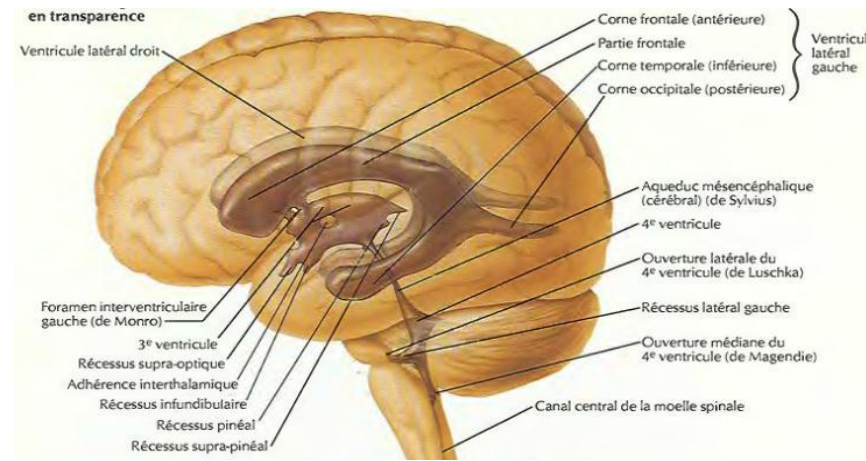


Figure 23 : Vue latérale en transparence montrant le système ventriculaire de l'encéphale [16].

3.2 Vascularisation de l'encéphale

3.2.1 Vascularisation artérielle

3.2.1.1 *Système carotidien*

Représenté par les artères carotides internes (ACI) naissant de la division de l'artère carotide commune (ACC). Chaque carotide interne donne naissance à :

- Artère ophtalmique : vascularisation de la rétine.
- Artère cérébrale antérieure (ACA) : assure la vascularisation de la partie paramédiane des lobes frontaux et pariétaux.
- Artère cérébrale moyenne ou sylvienne (ACM) : vascularise la majeure partie des lobes frontaux, pariétaux et temporaux, des noyaux gris centraux et de la capsule interne.
- Artère communicante postérieure (ACqP) : rejoint le système vertébro-basilaire.
- Artère choroïdienne antérieure (AChA).

3.2.1.2 Système vertébro-basilaire

Formé par :

- Les artères vertébrales (AV) naissent des artères sous-clavières (ASC). Chaque artère vertébrale donne naissance à une artère cérébelleuse postéro-inférieure (PICA).

Les artères vertébrales fusionnent ensuite pour donner naissance au tronc basilaire.

- Le tronc basilaire (TB) : chemine à la face antérieure du tronc cérébral. Il donne naissance à :

_ Artères cérébelleuses antéro-inférieures (AICA).

_ Artères cérébelleuses supérieures.

Les artères vertébrales, le tronc basilaire et les artères cérébelleuses vascularisent le tronc cérébral et le cervelet. Le tronc basilaire se divise ensuite en deux artères cérébrales postérieures (ACP) : vascularisation des lobes occipitaux, d'une partie des lobes temporaux, du mésencéphale et des deux thalamus. Chaque ACP donne naissance à une artère choroïdienne postérieure (AChP).

3.2.1.3 Anastomoses

Système de suppléance en cas d'occlusion artérielle, représenté par :

- Le polygone de Willis permet de réunir le système carotidien droit et gauche par l'artère communicante antérieure (ACqA), le système carotidien et le système vertébro-basilaire par l'artère communicante postérieure.
- Les anastomoses entre la carotide interne et la carotide externe via l'artère ophtalmique.
- Les anastomoses corticales.

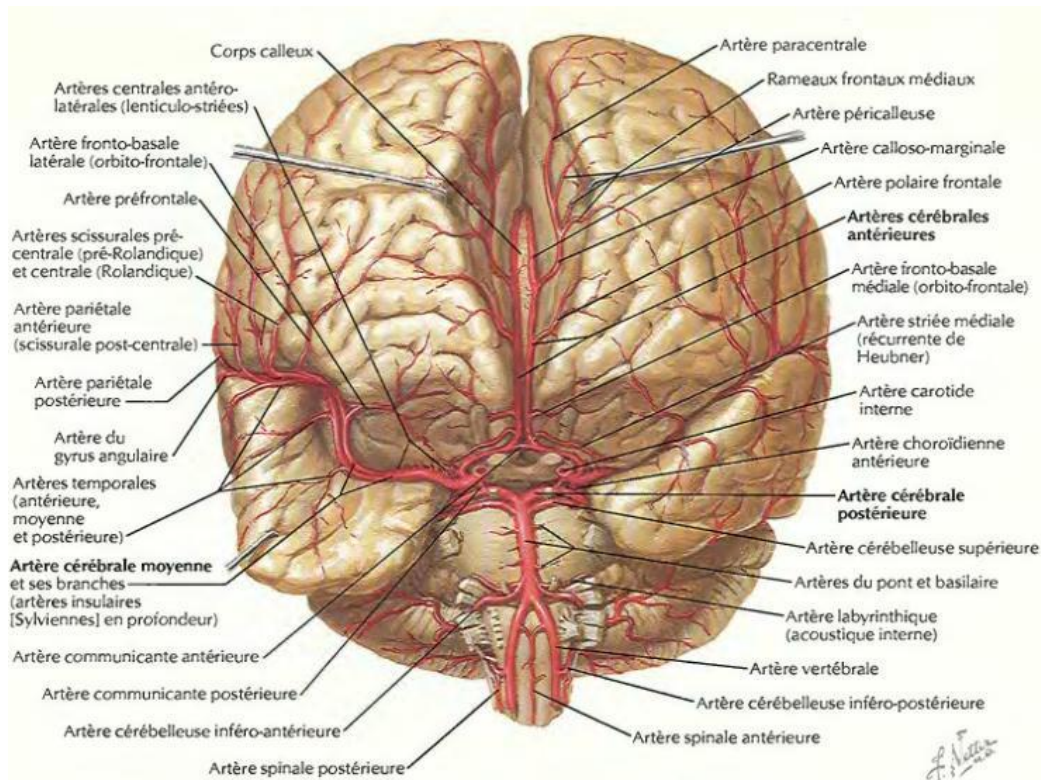


Figure 24 : vue antérieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle [16].

3.2.2 Drainage veineux de l'encéphale

La vascularisation veineuse du crâne ne se superpose pas à celle artérielle. Ces veines traversent les espaces sous-arachnoïdiens pour rejoindre les sinus veineux qui sont un dédoublement de la dure-mère.

Il y aurait 6 sinus médians impairs et quatre sinus bilatéraux ; ils drainent 95 % du sang veineux crânien et quittent le crâne par le trou déchiré postérieur, en se jetant dans les veines jugulaires internes.

3.2.2.1 Sinus médians et impairs

- Sinus longitudinal supérieur : c'est un dédoublement de la dure-mère appartenant à la faux du cerveau, en regard de la suture métopique et sagittale. Il s'étend de la crista-galli au torcular. Il reçoit du sang de la veine fronto-éthmoïdale et du cortex cérébral. Il se draine dans le sinus transverse droit.
- Sinus longitudinal inférieur : il siège au niveau de la partie inférieure de la faux du cerveau et se jette dans le sinus transverse gauche.
- Sinus droit : se situe à l'intersection entre la faux du cerveau et la tente du cervelet. En antérieur, il reçoit les veines de Galien, le sinus longitudinal inférieur, et les 2 veines

basilaires, en postérieur, il reçoit le sinus longitudinal supérieur. Il se jette dans le sinus transverse.

- Sinus occipital : s'étant du foramen magnum à la protubérance interne de l'occiput, et cela à l'intérieur de la faux du cervelet. Il se jette dans le torcular.
- Sinus circulaire : il est formé de deux sinus caverneux et entoure l'hypophyse. Il se jette dans les sinus pétreux supérieurs et inférieurs.

3.2.2.2 Sinus bilatéraux

- Sinus transverse : s'étant du torcular vers le trou déchiré postérieur. Après avoir traversé l'attache de la tente du cervelet, ils poursuivent leur trajet entre la partie mastoïde du temporal et jugulaire de l'occiput en tant que sinus sigmoïde.
- Sinus caverneux : sont latéraux au corps du sphénoïde. Ils reçoivent le sang de la veine ophtalmique et ils sont drainés par les sinus pétreux.
- Sinus pétreux supérieur : cheminent le long du rebord pétreux du temporal à l'intérieur de la tente du cervelet, à partir des sinus caverneux, jusqu'aux sinus transverses.
- Sinus pétreux inférieur : longent le sillon de la suture pétro basilaire, jusqu'à la partie antérieure du trou déchiré postérieur, et cela à partir du sinus caverneux.

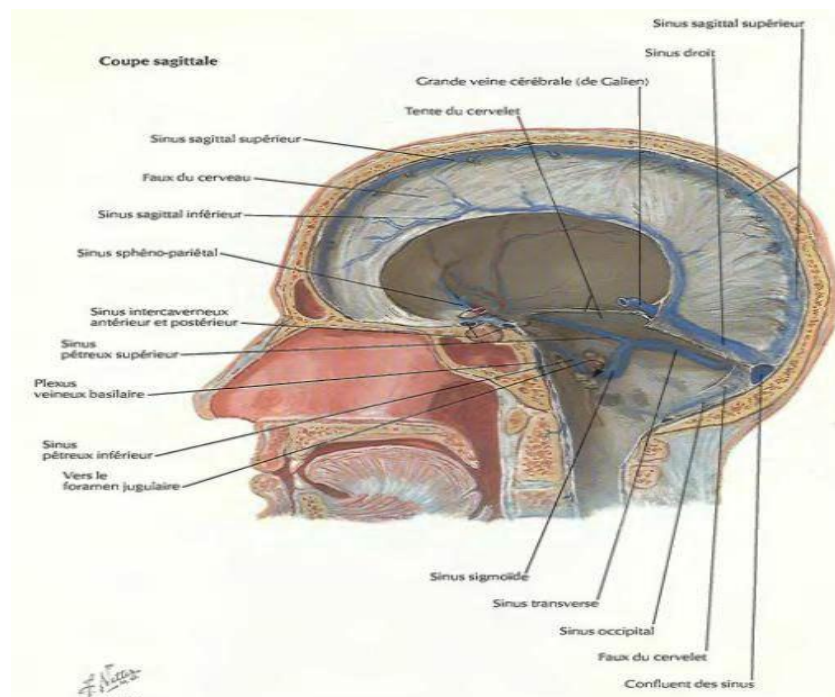


Figure 25 : Veines cérébrales profondes et sinus [16].

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

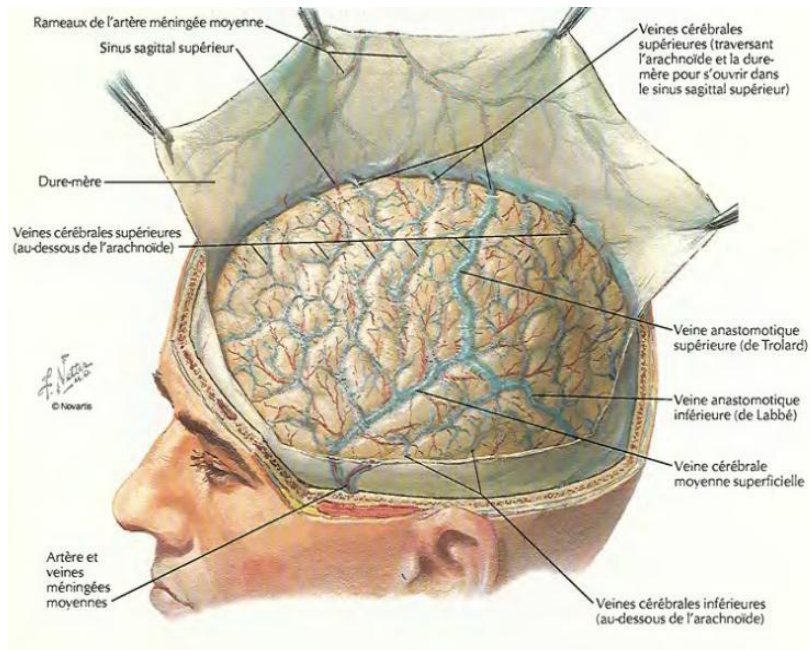


Figure 26 : Veine cérébrale superficielle [16].

3.3 Anatomie fonctionnelle de l'encéphale

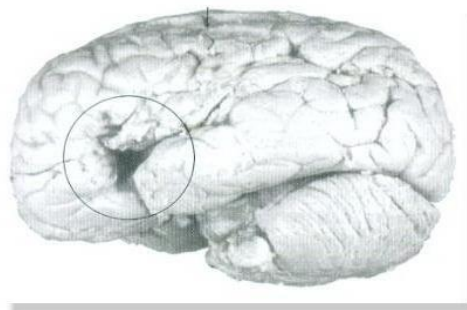
3.3.1 Aires fonctionnelles

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 :

- ✓ Aires motrices : elles correspondent à la motricité volontaire et sont situées au niveau du lobe frontal. Parmi elles, on trouve l'aire motrice primaire, l'aire prémotrice, l'aire du langage (aire de Broca) et l'aire oculomotrice frontale.



Paul Broca



Aphasie de Broca (1861) [20].

Figure 27 : L'aire de Broca.

- ✓ Aires sensibles : elles 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.
- ✓ Aires associatives : correspondent à l'intégration des informations sensorielles afin de donner des commandes motrices correspondantes. Parmi elles, on trouve le cortex préfrontal et l'aire du langage (aire de Wernicke).

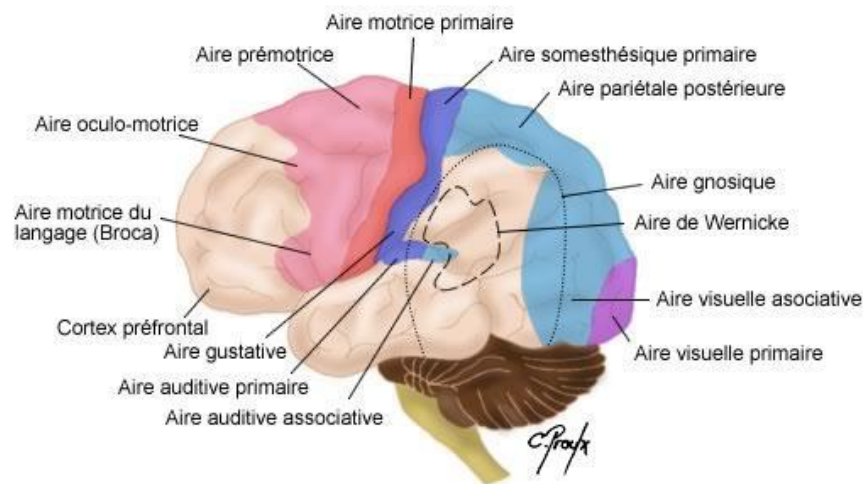


Figure 28 : Principales aires fonctionnelles cérébrales selon Brodmann [21].

3.3.2 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'**homunculus moteur** pour l'aire motrice primaire et d'**homunculus sensitif** pour l'aire somesthésique primaire :

- Chaque neurone possède une fonction spécifique et participe à un circuit nerveux formé de chaînes de neurones.
- Les neurones peuvent atteindre une taille considérable, jusqu'à un mètre de longueur.
- Ils doivent être constamment et abondamment nourris en oxygène.

4.2 Cellules gliales

Sont en nombre de quatre :

4.2.1 Astrocytes

Elles sont les plus nombreuses dans le SNC et les plus polyvalentes de toutes les cellules gliales. Elles ont la forme d'une anémone de mer avec de longues ramifications très délicates.

Rôles

- Elles servent de soutien aux neurones qu'elles enveloppent.
- Elles ancrent les neurones aux capillaires sanguins qui les approvisionnent en glucose sanguin.
- Elles semblent avoir un rôle dans la transmission de l'influx nerveux dans les synapses.

4.2.2 Microglies

Elles sont de petites cellules ayant la forme d'un œuf et elles présentent des prolongements en forme d'épines.

Rôle

- Elles phagocytent les micro-organismes ou les déchets de neurones.

4.2.3 Épendymocytes

Elles sont des cellules de recouvrement, elles ont la forme d'un cube ou d'un prisme et certaines d'entre elles sont ciliées ou possèdent des microvillosités.

Rôles

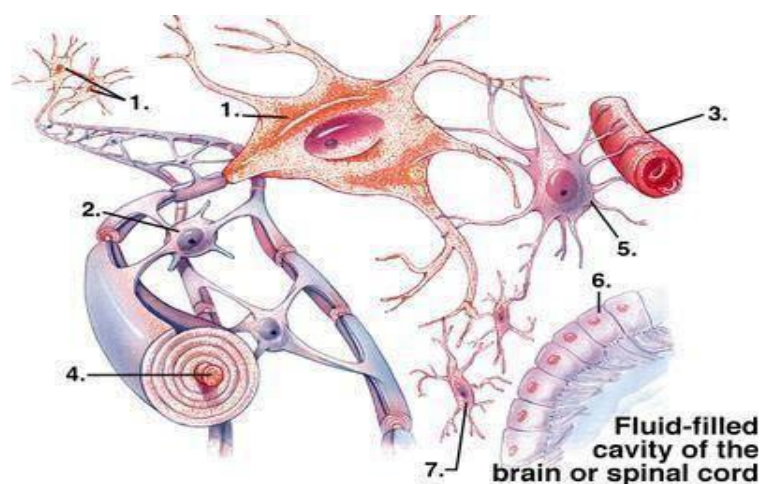
- Elles recouvrent les cavités se trouvant dans l'encéphale et dans la moelle épinière.
- Les cils qui recouvrent certaines cellules servent à faire circuler le liquide céphalorachidien.

4.2.4 Oligodendrocytes

Elles sont peu ramifiées, elles sont alignées le long des axones épais et s'enroulent autour de ces derniers. Elles sont très concentrées dans la matière blanche.

Rôle

- Elles forment la gaine de Myéline.



1 : neurone 2 : Oligodendrocytes 3 : vaisseau sanguin 4 : axone
5 : astrocyte 6 : cellule épendymaire 7 : cellule microgiale

Figure 30 : Représentation schématique des différentes cellules gliales [21].

5 Étude anatomopathologique des processus intracrâniens

5.1 Type de prélèvement

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 de l'imagerie d'une lésion.

5.2 Conditionnement du prélèvement [22]

- Prélèvements non fixés (à l'état frais) : étape avant fixation

-Macroscopie : identification, nombre et taille des prélèvements, description.

-Cytologie : techniques simples, possibles à réaliser à partir de petits fragments (biopsies), tant en extemporané (technique des smears, appositions), que comme contrôle de qualité du matériel à congeler (apposition à partir du fragment destiné à la congélation). Colorations : MGG (May-Grünwald Giemsa), HE (Hémalun-Eosine) ou HP (Hémalun-Phloxine) (de base).

Avantage : rapidité et morphologie cellulaire de bonne qualité, préservation du matériel pour l'examen définitif.

-Examen extemporané : prélèvements non fixés. Cytologie (smears, appositions) et/ou coupes de tissu congelé (selon les habitudes du pathologiste). Lorsqu'il est indiqué, cet examen, réalisé dans des conditions moins bonnes que l'examen anatomopathologique d'un prélèvement inclus en paraffine, repose tout comme celui-ci sur la confrontation anatomo-radio-clinique : le pathologiste doit disposer de renseignements pertinents sur la clinique et l'imagerie.

-Congélation : étape qui devrait être envisagée si possible pour tout prélèvement de tumeur du SNC, certaines techniques de génétique moléculaire n'étant pas adaptées aux prélèvements fixés et inclus en paraffine. Elle est conditionnée par la quantité de matériel disponible en revendu, pour ne pas congeler d'échantillons provenant de petits prélèvements (par exemple biopsies stéréotaxiques ou obtenues par ventriculoscopie).

- Fixation des prélèvements

Fixateur utilisé en routine : formol acétique. Très bon compromis pour la qualité de la morphologie cellulaire et celle de l'immunohistochimie, nettement meilleur que le formol-zinc ou le formol ordinaire ou tamponné. Il est à évaluer en ce qui concerne les études en biologie moléculaire, ou à défaut, la fixation d'un fragment dans le formol à 4 % (qui préserve moins bien la cytologie, mais permet d'appréhender l'architecture tissulaire).

- Étapes après fixation : techniques de routine :

-Inclusion en paraffine : comme tout prélèvement tissulaire.

-Coloration « de base » C'est l'HES (Hémalun-Eosine-Safran) ; d'autres colorations sont parfois utiles, mais ne sont pas systématiques (par exemple PAS ou rouge Sirius : meilleure visualisation des vaisseaux, MGG : lymphomes...).

-Immunohistochimie : si nécessaire, sur tissu inclus en paraffine le plus souvent. Pour les tumeurs primitives : anticorps anti-GFAP, neurofilament, synaptophysine (et autres éventuels), marqueurs pronostiques (prolifération comme Ki-67), p53 (gliomes, diagnostic, pronostic), etc. Autres marqueurs : selon les types de tumeurs (lymphomes et marqueurs leucocytaires, par exemple). [22]

L'étude immunohistochimique fait appel à certains marqueurs :

–**P53** : Anticorps anti-P53 humain, monoclonal de lapin.

Clone 318-6-11. Dilution : 1/50 à 1/100

– **PS 100 (concentré)** : anticorps anti S100, monoclonal de lapin.

Dilution : 1/400

– **GFAP** : Anticorps anti-Human Glial Fibrillary Acidic Protein, monoclonal de souris.

Clone : 6 F2. Dilution : 1/100

– **GFAP** : (prédilué) Anticorps anti GFAP.

Dilution : 1/100

– **Synaptophysine** : anticorps antisynaptophysine monoclonal de souris.

Clone : SY38. Dilution : 1/100

– **Chromogranine A** : anticorps anti-humain chromogranin A, monoclonal de souris. Clone : DAK-A3.

Dilution : 1/100

– **EMA** : anticorps Anti-Human Epithelial Membrane Antigen, monoclonal de souris.

Clone : E29. Dilution : 1/100

– **CK** : anticorps anti-humain cytokératine monoclonal de souris.

Clone : AE1/AE3. Dilution : 1/100

– **NSE** : anticorps anti-Human Neuron-Specific Enolase, monoclonal de souris.

Clone : BBS/NC/VI-H14. Dilution : 1/100

– **Facteur VIII** : anticorps anti-humain Von Willebrand factor, monoclonal de souris. Clone: F8/86. Dilution: 1/100.

– **CD56** : anticorps anti-humain CD56, monoclonal de souris.

Clone 123 C3. Dilution : 1/100

– **CD68** : anticorps anti-humain CD68, monoclonal de souris.

Clone : KP1. Dilution : 1/100

– **CD34** : anticorps anti-humain CD34 classe II, monoclonal de souris.

Clone : QBend 10. Dilution : 1/100

– **Vimentine** : anticorps anti-Vimentine, monoclonal de souris

Clone: Vim 3 B4. Dilution : 1/400

– **CD31** : anticorps anti-humain CD31, endothelial cell, monoclonal de souris.

Clone: JC7OA. Dilution : 1/100

– **EGFR** : anticorps anti Epidermal Growth Factor Receptor.

Clone E30. Dilution : 1/150

– **Ki-67** : anticorps anti-humain Ki-67 Antigen, monoclonal de souris.

Clone : MIB-1. Dilution: 1/100

– **CD20** : anticorps anti-humain CD20 Cy, monoclonal de souris.

Clone L26. Dilution : 1/300.

– **CD3** : anticorps anti-humain CD3, monoclonal de souris.

Clone : F7.2.38. Dilution : 1/100.

-Autres techniques : biologie moléculaire, le pathologiste conserve et transmet du matériel tissulaire dans des conditions permettant son étude éventuelle en biologie moléculaire, soit à visée diagnostique/pronostique/prédictive (statut 1p19q et gliomes de bas grade par exemple), soit dans le cadre de protocoles de recherche, accompagné dans tous les cas de la fiche de consentement signée par le patient transmise par le chirurgien.

5.3 Résultats anatomopathologiques

Dans notre série, nous nous limitons à des processus intracrâniens les plus rencontrés, ce sont les tumeurs gliales, les métastases, les lymphomes et les tuberculomes.

5.3.1 Les tumeurs gliales

➤ Les gliomes infiltrants : en fonction du type cellulaire, on distingue :

- Les astrocytomes
- Les oligodendrogliomes
- Les gliomes mixtes
- Les astrocytomes

Macroscopiquement : il s'agit de

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

- Localisation variable

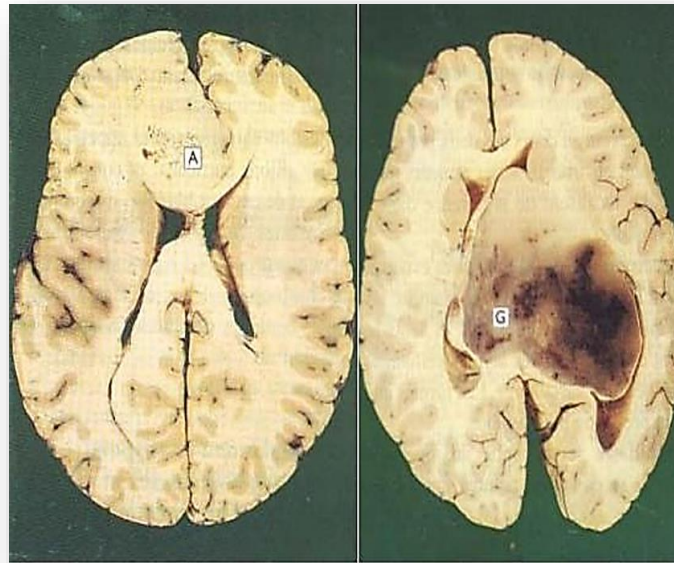


Figure 31 : Deux tranches de cerveau montrant [23]

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 critères)
- Grade III : astrocytome anaplasique (2 critères)
- Grade IV : glioblastome (3 ou 4 critères).

Tableau 1 : Grading OMS des astrocytomes infiltrants [23]

	Différenciation	Densité cellulaire	Atypies nucléaires	Activité mitotique	Nécrose	Prolifération vasculaire
Astrocytomes diffus grade II - fibrillaire gémistocytaire 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
Glioblastome grade IV	Faible	Elevée	Marquées	Marquées	Présente	Présente

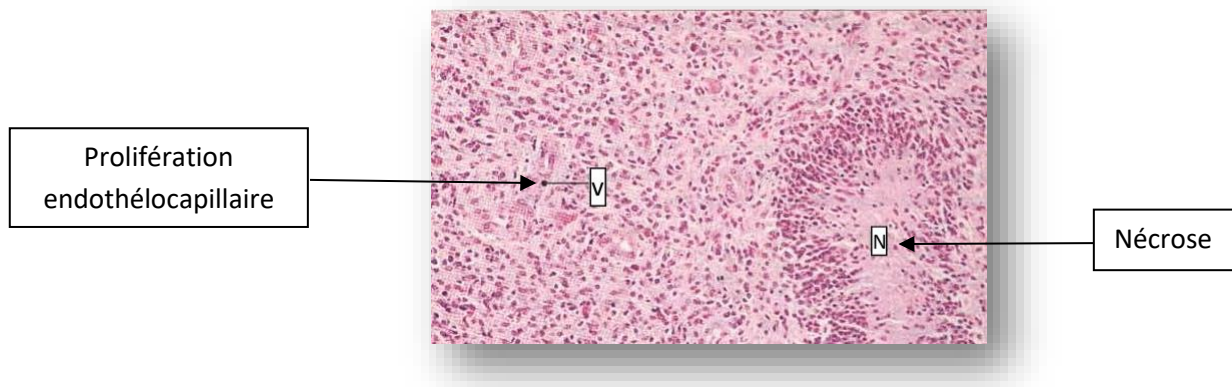


Figure 32 : Image en microscopie optique (x 50) montrant cellularité polymorphe, avec nécrose (N) et prolifération endothélocapillaire (V) évoquant un glioblastome (grade IV) [23].

Immunohistochimie

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

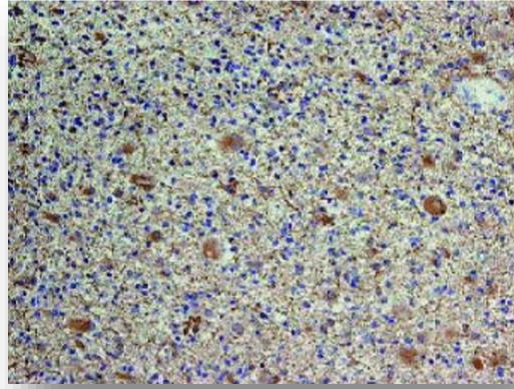


Figure 33 : Immunohistochimie (au GFAP) d'un astrocytome anaplasique (Grade III) : Population cellulaire polymorphe, exprimant majoritairement le GFAP et présence de multiples mitoses [24].

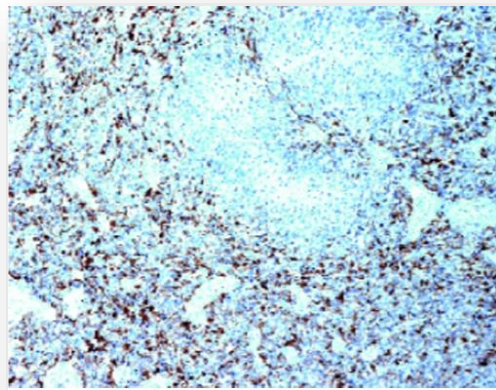


Figure 34 : Immunohistochimie (au GFAP) d'un glioblastome (Grade IV) : population cellulaire polymorphe, exprimant en partie le GFAP et présence de nécrose avec prolifération de cellules tumorales en pseudopalissades et prolifération microvasculaire pathologique [24].

- Les oligodendrogliomes

Sont constitués d'oligodendrocytes qui sont typiquement 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. 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).

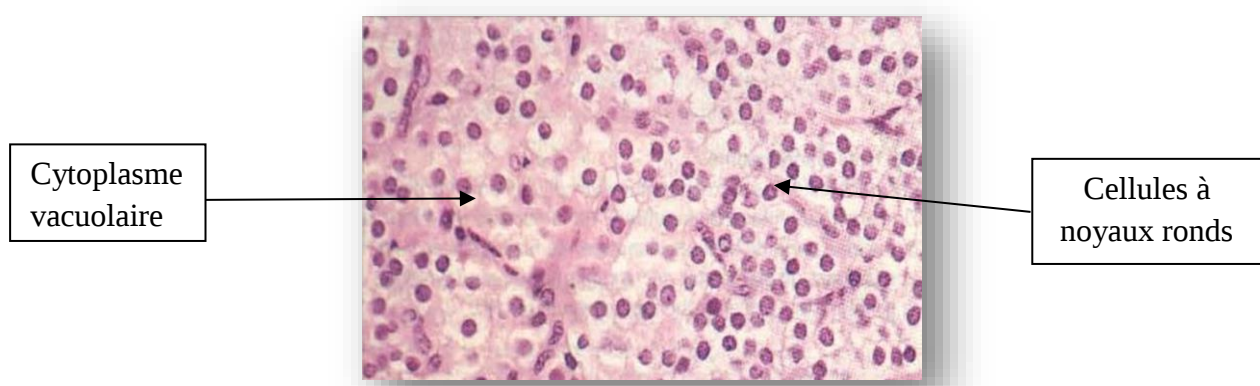


Figure 34 : Image en microscopie optique (x 200) montrant : cellules à noyaux arrondis entourées d'un cytoplasme vacuolaire évoquant un oligodendrogliome [23].

- 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).

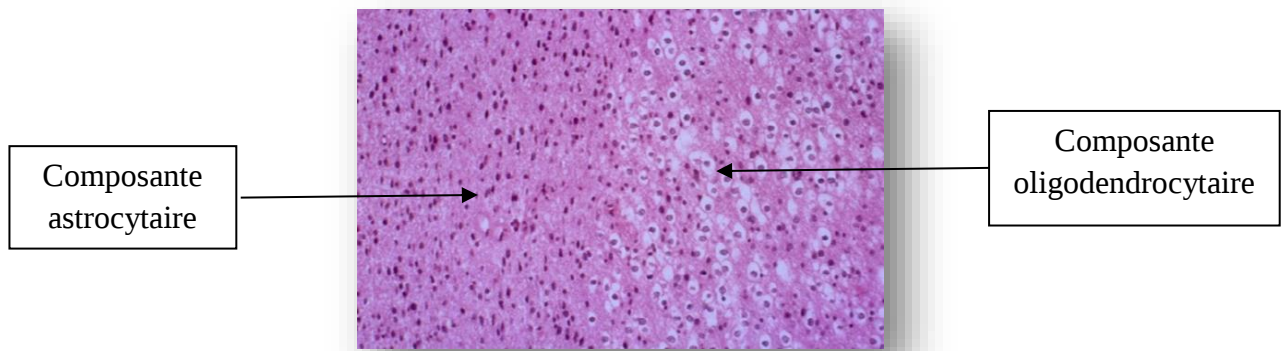


Figure 35 : Oligoastrocytome : à droite : composante oligodendrocytaire, à gauche : composante astrocytaire (HE x 200) [23].

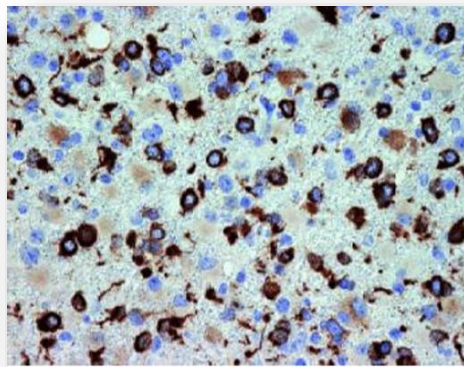


Figure 36 : Immunohistochimie (au MAP-2) d'un oligoastrocytome mixte, grade II, montrant deux populations cellulaires distinctes avec composante oligodendrogliale montrant une accumulation concentrique périnucléaire de MAP-2 et composante astrocytaire avec cytoplasme abondant, sans expression de MAP-2 [24].

- 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 des corps granuleux sont présents. La vascularisation est riche, d'où la prise de contraste à l'imagerie.

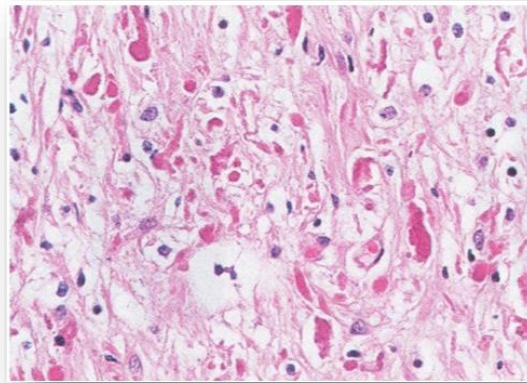


Figure 37 : Astrocytome pilocytique (HE x 200) [23].

5.3.2 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

- unique ou multiple +++
- nodules bien circonscrits de taille variable



Figure 38 : Tranche d'un cerveau montrant l'aspect macroscopique d'une métastase cérébrale d'un cancer broncho-pulmonaire (nodule unique bien circonscrit) [23].

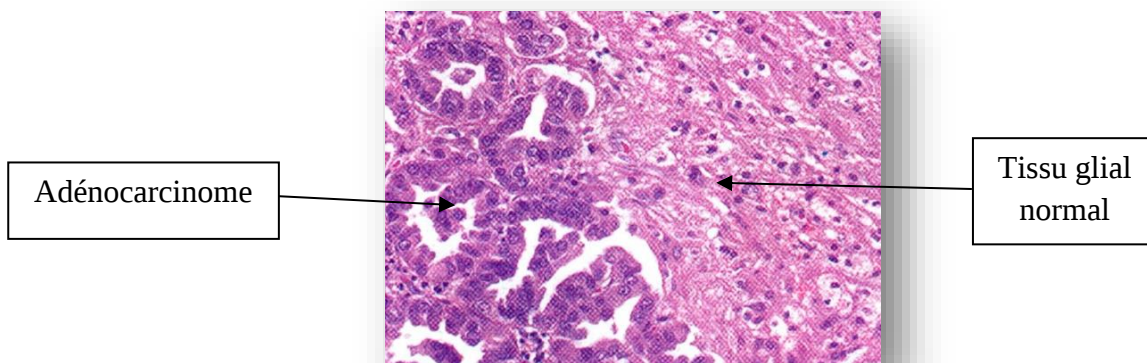


Figure 39 : Métastase cérébrale d'un adénocarcinome (HE x 200) [23].

À gauche : adénocarcinome

À droite : tissu cérébral normal

Histologie

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

Lymphomes du SNC

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

Leur classification est identique à celle des LMNH périphériques.



Figure 40 : LMNH, réseau réticulinique périvasculaire (HE x 200) [23].

5.3.3 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
- ✓ 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.

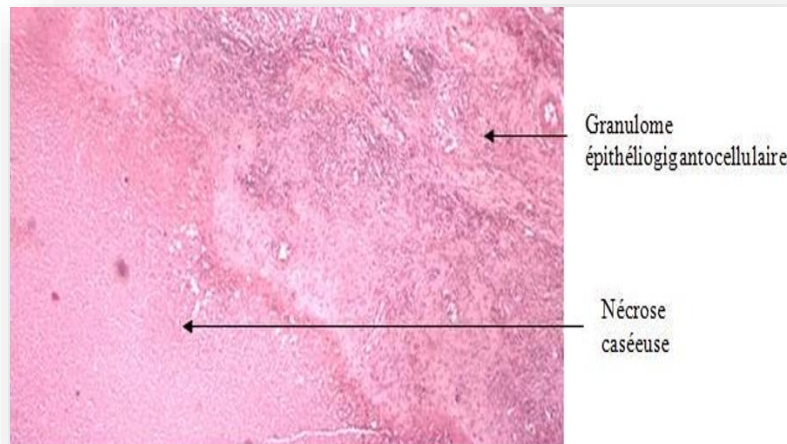


Figure 41 : Aspect histologique d'une tuberculose caséo-folliculaire (HE x 200) [23].

5.4 Classification anatomopathologique des tumeurs cérébrales selon l'OMS

Les avancées rapides en matière de biologie moléculaire ont permis l'identification d'anomalies génétiques impliquées dans la genèse et la progression des tumeurs du Système nerveux central (SNC). L'identification de telles anomalies a permis d'élaborer une classification histomoléculaire des tumeurs du SNC publiée par l'OMS en 2016. La croissance exponentielle des données générées et l'avènement de nouvelles technologies, telles que le méthylome, ont imposé ces dernières années des mises à jour régulières (IMPACT-NOW) de la classification des tumeurs du SNC jusqu'à la publication en 2021 de la cinquième édition de la classification OMS. Dans cette dernière édition, de nouveaux types et sous-types sont introduits et les critères de diagnostic histomoléculaire et de grading sont affinés, notamment pour les gliomes diffus. La reconnaissance des gliomes diffus « de sous-type pédiatrique » (de bas ou haut grade) représente une amélioration majeure de la classification. Par ailleurs, la nomenclature est simplifiée et harmonisée avec celle des autres pathologies d'organe. La place des anomalies génétiques et épigénétiques dans le diagnostic intégré des tumeurs est sans surprise plus importante par rapport à l'édition 2016. Le méthylome, même s'il n'est pas encore accessible à tous, deviendra certainement incontournable dans les années à venir. Cette cinquième édition, tant attendue, devrait permettre une meilleure prise en charge des patients[25].

Tableau 2 : Classification OMS 2016 versus Classification OMS 2021 : les changements. Les termes conservés sont en noir, ceux abandonnés sont en gris et les nouveaux sont en rouge.

[25], [26].

Tableau 2

OMS 2016	OMS 2021
Tumeurs astrocytaires et oligodendrogiales diffuses	Gliomes, tumeurs glioneuronales et neuronales
Astrocytome diffus, IDH-muté	• Gliomes diffus de l'adulte
Astrocytome diffus, IDH-non-muté	Astrocytome, IDH-muté
Astrocytome diffus, NOS	Oligodendrogliome, IDH-muté et 1p/19q-codéleté
Astrocytome anaplasique, IDH-muté	Glioblastome, IDH-non-muté
Astrocytome anaplasique, IDH-non-muté	• Gliomes diffus pédiatriques de bas grade
Astrocytome anaplasique, NOS	Astrocytome diffus, avec altération de MYB ou MYBL1
Glioblastome, IDH-non-muté	Gliome angiocentrique
Gliome diffus de la ligne médiane, H3 K27M-muté	Tumeur neuro-épithéliale polymorphe de bas grade du sujet jeune (PLNTY)
Oligodendrogliome, IDH-muté et 1p/19q-codéleté	Gliome diffus de bas grade avec altération de la voie des MAP Kinases
Oligodendrogliome, NOS	• Gliomes diffus pédiatriques de haut grade
Oligodendrogliome anaplasique, IDH-muté et 1p/19q-codéleté	Gliome diffus de la ligne médiane, H3 K27-altéré
Oligodendrogliome anaplasique, NOS	Gliome diffus hémisphérique, H3 G34-muté
Oligoastrocytome, NOS	Gliome diffus pédiatrique de haut grade H3- et IDH-non-muté
Oligoastrocytome anaplasique, NOS	Gliome hémisphérique infantile
Autres tumeurs astrocytaires	• Gliomes astrocytaires circonscrits
Astrocytome pilocytique	Astrocytome pilocytique
Astrocytome pilomyxoloïde	Astrocytome anaplasique avec aspects pilolides
Astrocytome à cellules géantes sous-épendymaire	Xantho-astrocytome pléomorphe
Xantho-astrocytome pléomorphe	Astrocytome à cellules géantes sous-épendymaire
Xantho-astrocytome pléomorphe anaplasique	Gliome choroïde
Autres gliomes	Astroblastome, avec altération de MN1
Gliome choroïde du 3 ^{ème} ventricule	• Tumeurs glioneuronales et neuronales
Gliome angiocentrique	Gangliogliome
Astroblastome	Gangliocytome
Tumeurs neuronales et glioneuronales	Gangliogliome desmoplasique infantile/astrocytome desmoplasique infantile (DIG/OIA)
Tumeur neuro-épithéliale dysembryoplasique	Tumeur neuro-épithéliale dysembryoplasique
Gangliocytome	Tumeur glioneuronale avec des aspects oligo-like et des clusters de noyaux (DGONG)
Gangliogliome	Tumeur glioneuronale papillaire
Gangliogliome anaplasique	Tumeur glioneuronale à rosettes (RGNT)
Gangliocytome dysplasique du cervelet (Maladie de Lhermitte-Duclos)	Tumeur glioneuronale leptoméningée diffuse (DLGNT)
Tumeur glioneuronale papillaire	Tumeur neuronale multinodulaire et vacuolisée (MVNT)
Tumeur glioneuronale à rosettes (RGNT)	Gangliocytome dysplasique du cervelet (Maladie de Lhermitte-Duclos)
Tumeur glioneuronale leptoméningée diffuse (DLGNT)	Neurocytome central
Neurocytome central	Neurocytome extra-ventriculaire
Neurocytome extra-ventriculaire	Liponeurocytome du cervelet
Liponeurocytome du cervelet	• Tumeurs épendymaires
Paragangliome	Ependymome supra-tentorial
Tumeurs épendymaires	Ependymome supra-tentorial, avec fusion ZFTA
Subépendymome	Ependymome supra-tentorial, avec fusion YAP1
Ependymome myxopapillaire	Ependymome de la fosse postérieure
Ependymome	Ependymome de la fosse postérieure groupe A (PFA)
Ependymome papillaire	Ependymome de la fosse postérieure groupe B (PFB)
Ependymome à cellules claires	Ependymome spinal
Ependymome tanyocytaire	Ependymome spinal avec amplification de MYCN
Ependymome avec fusion RELA	Ependymome myxopapillaire
Ependymome anaplasique	Subépendymome
Tumeurs des plexus choroïdes	Tumeurs des plexus choroïdes
Papillome des plexus choroïdes	Papillome des plexus choroïdes
Papillome atypique des plexus choroïdes	Papillome atypique des plexus choroïdes
Carcinome des plexus choroïdes	Carcinome des plexus choroïdes
Tumeurs embryonnaires	Tumeurs embryonnaires
Médulloblastome, WNT-activé	• Médulloblastomes
Médulloblastome, SHH-activé et TP53-non-muté	Médulloblastome, WNT-activé
Médulloblastome, SHH-activé et TP53-muté	Médulloblastome, SHH-activé et TP53-non-muté
Médulloblastome, non-WNT/non-SHH	Médulloblastome, SHH-activé et TP53-muté
Médulloblastome, groupe 3	Médulloblastome, non-WNT/non-SHH
Médulloblastome, groupe 4	Médulloblastome défini histologiquement
Médulloblastome, classique	• Autres tumeurs embryonnaires du SNC
Médulloblastome, desmoplasique/nodulaire	Tumeur rhabdoïde térotoïde atypique (ATRT)
Médulloblastome avec nodularité extensive	Tumeur neuro-épithéliale cribiforme (CRINET)
Médulloblastome, anaplasique / à cellules géantes	Tumeur embryonnaire avec rosettes multistratifiées (ETMR)
Médulloblastome, NOS	Neuroblastome du SNC FOXR2-activé
Tumeur embryonnaire avec rosettes multistratifiées C19MC-altéré	Tumeur embryonnaire du SNC avec BCOR ITD
Tumeur embryonnaire avec rosettes multistratifiées, NOS	Tumeur embryonnaire du SNC
Méduloépithéliome	Tumeurs du parenchyme pinéal
Neuroblastome du SNC	Pinéocytome
Ganglioneuroblastome du SNC	Tumeur du parenchyme pinéal de différenciation intermédiaire
Tumeur embryonnaire du SNC, NOS	Pinéoblastome
Tumeur rhabdoïde térotoïde atypique (ATRT)	Tumeur papillaire de la région pinéale
Tumeur embryonnaire du SNC avec aspects rhabdoïdes	Tumeur myxoïde desmoplasique de la région pinéale SMARCB1-muté
Tumeurs de la région pinéale	
Pinéocytome	
Tumeur du parenchyme pinéal de différenciation intermédiaire	
Pinéoblastome	
Tumeur papillaire de la région pinéale	

Tableau 3 : Gradation des tumeurs du SNC sélectionnées selon le CNS 2016 OMS [26].

WHO grades of select CNS tumours		Desmoplastic infantile astrocytoma and ganglioglioma	I
Diffuse astrocytic and oligodendroglial tumours		Papillary glioneuronal tumour	I
Diffuse astrocytoma, IDH-mutant	II	Rosette-forming glioneuronal tumour	I
Anaplastic astrocytoma, IDH-mutant	III	Central neurocytoma	II
Glioblastoma, IDH-wildtype	IV	Extraventricular neurocytoma	II
Glioblastoma, IDH-mutant	IV	Cerebellar liponeurocytoma	II
Diffuse midline glioma, H3 K27M-mutant	IV	Tumours of the pineal region	
Oligodendroglioma, IDH-mutant and 1p/19q-codeleted	II	Pineocytoma	I
Anaplastic oligodendroglioma, IDH-mutant and 1p/19q-codeleted	III	Pineal parenchymal tumour of intermediate differentiation	II or III
		Pineoblastoma	IV
		Papillary tumour of the pineal region	II or III
Other astrocytic tumours		Embryonal tumours	
Pilocytic astrocytoma	I	Medulloblastoma (all subtypes)	IV
Subependymal giant cell astrocytoma	I	Embryonal tumour with multilayered rosettes, C19MC-altered	IV
Pleomorphic xanthoastrocytoma	II	Medulloepithelioma	IV
Anaplastic pleomorphic xanthoastrocytoma	III	CNS embryonal tumour, NOS	IV
Ependymal tumours		Atypical teratoid/rhabdoid tumour	IV
Subependymoma	I	CNS embryonal tumour with rhabdoid features	IV
Myxopapillary ependymoma	I	Tumours of the cranial and paraspinal nerves	
Ependymoma	II	Schwannoma	I
Ependymoma, <i>RELA</i> fusion-positive	II or III	Neurofibroma	I
Anaplastic ependymoma	III	Perineurioma	I
Other gliomas		Malignant peripheral nerve sheath tumour (MPNST)	II, III or IV
Angiocentric glioma	I	Meningiomas	
Chordoid glioma of third ventricle	II	Meningioma	I
Choroid plexus tumours		Atypical meningioma	II
Choroid plexus papilloma	I	Anaplastic (malignant) meningioma	III
Atypical choroid plexus papilloma	II	Mesenchymal, non-meningothelial tumours	
Choroid plexus carcinoma	III	Solitary fibrous tumour / haemangiopericytoma	I, II or III
Neuronal and mixed neuronal-glial tumours		Haemangioblastoma	I
Dysembryoplastic neuroepithelial tumour	I	Tumours of the sellar region	
Gangliocytoma	I	Craniopharyngioma	I
Ganglioglioma	I	Granular cell tumour	I
Anaplastic ganglioglioma	III	Pituicytoma	I
Dysplastic gangliocytoma of cerebellum (Lhermitte-Duclos)	I	Spindle cell oncocyoma	I

6 Diagnostic positif d'un processus intracrânien

6.1 Signes d'appel

6.1.1 Syndrome d'hypertension intracrânienne

Il est caractérisé par l'association de :

- ✓ Céphalées typiquement matinales, siégeant le plus souvent du côté de la tumeur ; c'est le signe le plus fréquent ; la toux, les changements de position, les efforts physiques les accentuent.
- ✓ Nausées et vomissements dans la moitié des cas environ ; vomissements de type central, c'est-à-dire non précédés de nausées.
- ✓ Œdèmes papillaires à rechercher au fond d'œil ; dans les formes sévères, des signes visuels (baisse de l'acuité visuelle, diplopie) peuvent être présents ; en l'absence de traitement, les troubles peuvent évoluer vers la cécité avec atrophie optique [27].

6.1.2 Trouble cognitif et de la vigilance

Réalisant un tableau d'encéphalopathie diffuse pouvant évoluer vers un coma.

6.1.3 Comitialités

Une crise comitiale partielle ou généralisée est révélatrice de 20 % à 40 % des tumeurs cérébrales. La comitialité est plus fréquente pour les néoplasies corticales et d'évolution lente ; certaines tumeurs peuvent ainsi se manifester par une longue histoire d'épilepsie. La survenue d'une première crise chez un patient adulte justifie la réalisation systématique d'une IRM cérébrale sans et avec injection de gadolinium à la recherche d'un processus expansif.

6.1.4 Manifestations déficitaires focales

Elles sont liées directement à la compression ou à l'infiltration du parenchyme cérébral par la tumeur. Elles sont souvent considérablement aggravées par un œdème vasogénique péri tumoral en rapport avec la rupture de la barrière hématoencéphalique au sein et au voisinage immédiat de la tumeur.

Tableau 4 : Principaux signes déficitaires en fonction de la localisation tumorale.

Principales Localisations		Remarques
Frontale/calleuse	Syndrome frontal avec apragmatisme ou désinhibition, trouble de l'attention et de la concentration, amnésie des faits récents, grasping Hémiparésie contralatérale dans les atteintes de la région prérolandique Syndrome d'HIC isolé	Apparition des signes cliniques souvent tardive
Pariétale	Hémihypoesthésie, hémiastériognosie, Quadransopsie inférieure contralatérale homonyme Aphasie, apraxie (hémisphère dominant) Aphasie (hémisphère dominant)	Manifestations cliniques précoces
Temporale	Troubles mnésiques Quadransopsie supérieure contralatérale Homonyme	Dans les atteintes du lobe temporal droit, la tumeur est longtemps silencieuse
Occipitale	Syndrome d'HIC isolé, agnosie visuelle HLH contralatérale	Manifestations précoces
Chiasmatique /sellaire	Hémianopsie bitemporale avec évolution possible vers la cécité Déficits hormonaux par envahissement de la région hypothalamo-hypophysaire Déficit sensitivo-moteur contralatéral	Manifestations précoces
Noyaux gris et capsule interne	Hydrocéphalie Hémiparésie proportionnelle (capsule interne)	
Intra Ventriculaire	Hydrocéphalie	Manifestations précoces
Cérébelleuse	Syndrome cérébelleux statique (vermis) ou cinétique (hémisphères cérébelleux)	Manifestations précoces
Tronc cérébral	Atteinte des paires crâniennes (surtout VI et VII), nystagmus, hémi- ou tétraparésie, hypoesthésie, troubles de déglutition, dysarthrie, etc.	
Base du crâne	Paralysie des paires crâniennes	

6.2 Examen clinique

On recherchera :

- Une hémiparésie
- Une hémihypoesthésie
- Des troubles cognitifs
- Une dysphasie
- Une atteinte des paires crâniennes
- Un œdème papillaire
- Une amputation systématisée du champ visuel (quadrantopsie ou hémianopsie latérale homonyme)
- Signes infectieux : fièvre, frissons, sueurs.

6.3 Examens paracliniques

6.3.1 Tomodensitométrie crânienne (TDM)

Elle est réalisée dans le plan orbito-méatal sans et avec injection de produit de contraste iodé. Cet examen permet de localiser le processus expansif (supra- ou infratentorial, intra- ou extraparenchymateux, uni- ou multifocal) et de préciser ses caractéristiques : le processus est-il homogène ? Existe-t-il une prise de contraste ? Existe-t-il un œdème périlésionnel ? Existe-t-il des calcifications ? Existe-t-il des kystes ou une nécrose associée ? Existe-t-il un effet de masse sur les structures de voisinage ? Existe-t-il des complications de type hémorragie, une hydrocéphalie, un engagement cérébral ?

6.3.2 Imagerie par résonance magnétique cérébrale (IRM)

C'est l'examen de choix pour l'étude du parenchyme cérébral. Elle vient compléter les données du TDM et elle est réalisée dans les séquences pondérées en T1 et en T2. Les séquences pondérées en T1 sont réalisées sans et avec injection de produit de contraste dans les mêmes plans de coupes, axiales en général, mais aussi sagittales et coronales. D'autres séquences peuvent être réalisées comme des séquences Flair ou de diffusion. L'IRM apprécie les mêmes données que le TDM, mais avec plus de précision, soit la localisation.

6.3.3 Angiographie

N'est qu'exceptionnellement pratiquée.

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

6.3.4 Électroencéphalogramme

6.3.5 IRM médullaire

(Bilan d'extension : tumeur pinéale, médulloblastome, lymphome, épendymome, neurofibromatose).

6.3.6 Dosage (sang et LCR) des marqueurs

α foetoprotéine, β HCG, devant une tumeur de localisation pinéale.

7 Limites de l'imagerie cérébrale et nécessité d'une biopsie des tumeurs intracrâniennes

L'imagerie médicale, même sophistiquée, dans l'approche histologique d'un processus intracrânien a des limites. L'étude histologique d'un fragment du tissu cérébral constituant alors le gold standard pour un diagnostic précis.

7.1 Techniques d'imagerie morphologique

7.1.1 Tomodensitométrie

Malgré les informations fournies par la TDM, elles restent insuffisantes pour donner un diagnostic histologique précis. Prenons l'exemple d'une tumeur gliale astrocytaire. Selon la classification de l'OMS suscitée, 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 :

Tableau 5 : Les différents aspects obtenus par TDM pour les tumeurs gliales

	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 42 : Signes TDM très évocateurs d'un glioblastome frontal.

Hyperdensité après injection du produit de contraste et aspect hétérogène
« Marécageux » avec œdème péri lésionnel [28].

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



Figure 43 : Image d'une TDM cérébrale montrant une hypodensité cerclée d'un anneau hyperdense après injection de produit de contraste avec œdème périlésionnel [28].

Si cette image est très évocatrice d'un abcès cérébral, certains diagnostics ne peuvent être écartés de façon formelle, il peut donc s'agir de :

- Tumeurs : gliome, métastase (abcédée)
- Foyer d'infarctissement, hématome
- 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).

7.1.2 Imagerie par résonance magnétique

L'IRM présente plusieurs avantages, elle permet :

- Une meilleure définition.
- De différencier entre substances blanches et grises, 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 tomodensitométrique.

L'IRM morphologique est actuellement l'outil d'imagerie standard d'évaluation. Cet examen reste limité pour répondre à certaines questions cruciales des cliniciens [29] :

- La détermination de 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 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 [28].

- 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.

7.2 Techniques d'imagerie multimodale

7.2.1 Tomographie par émission 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). 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-[18 F] fluoro-2-deoxy-D-glucose ou **18-FDG**) et un acide aminé, la méthionine, marquée au carbone 11 (L-méthyl-C-méthionine ou **11C-MET**) [30].

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 récurrence, 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 [31] et elle est inversement corrélée au pronostic [32].

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 [33].

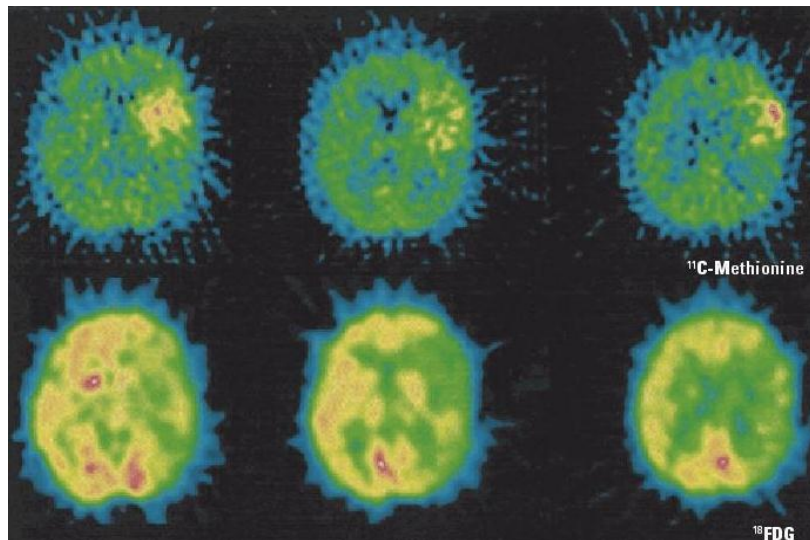


Figure 44 : Évaluation d'un gliome de grade II : hypocaptation en TEP FDG, hypercaptation en TEP MET [34].

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 [35] et de préciser les limites tumorales [36] : certaines équipes utilisent ces données pour planifier les résections chirurgicales, notamment dans les gliomes de grade II [37].

De la même façon, ces données peuvent être utilisées pour affiner la définition du volume tumoral à irradier.

7.2.2 Spectroscopie par résonance magnétique

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 [38].

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.

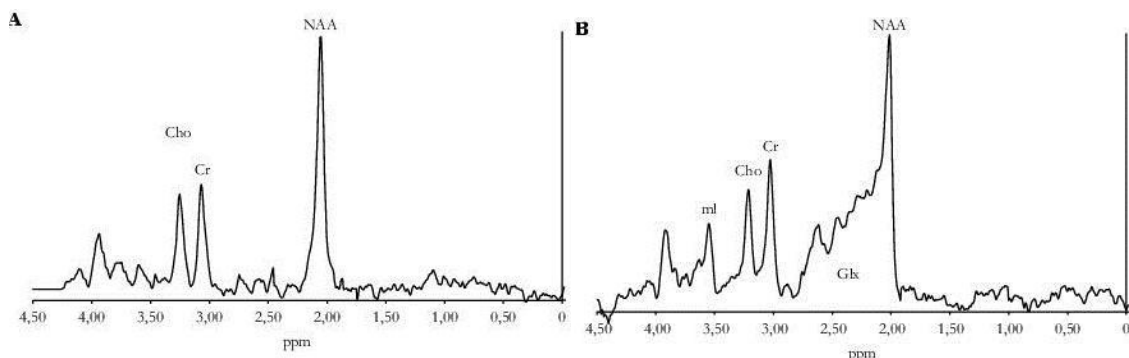


Figure 45 : Spectres normaux mesurés dans la substance blanche pariéto-occipitale acquis à écho long

(**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 (mI) et le glutamine/glutamate/GABA (Glx). En condition pathologique (nécrose cellulaire), on peut également mettre en évidence des lipides libres [38].

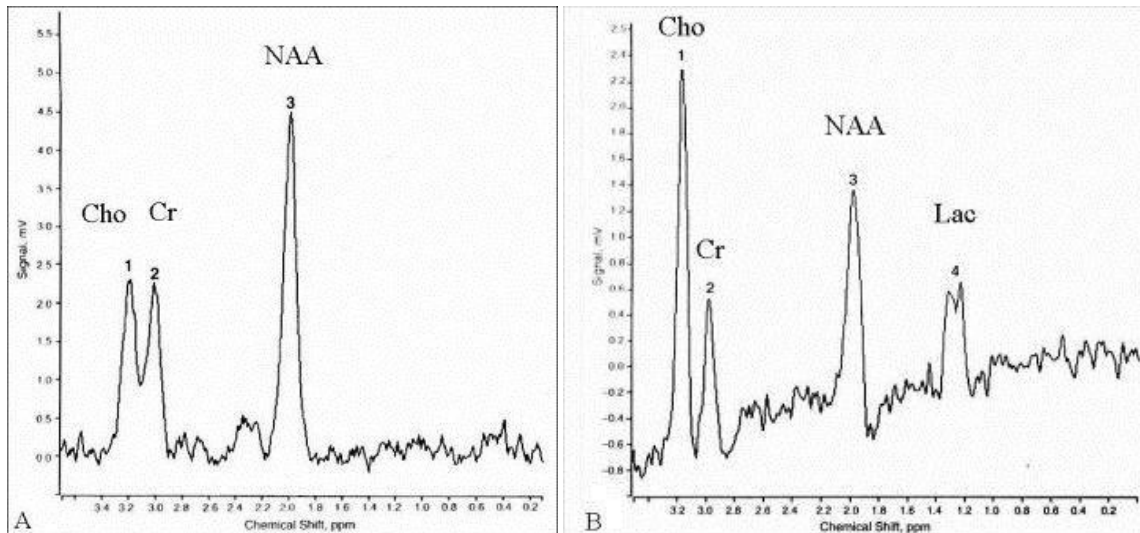


Figure 46 : SRM 1 H simple-voxel (PRESS, TE=272 ms).

À spectre cérébral normal.

B : astrocytome de niveau IV : augmentation de Cho, baisse de NAA, présence d'un double pic de lactate [38].

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.

8 Stéréotaxie

8.1 Principes de base de la stéréotaxie

La stéréotaxie, du grec « stéréo » et « taxis » (arrangement dans l'espace), est une technique neurochirurgicale qui utilise un cadre pour diriger avec une grande précision une électrode, une aiguille de biopsie ou tout autre dispositif jusqu'à une cible intracérébrale en utilisant un repérage dans les trois plans de l'espace. L'application de toute intervention stéréotaxique nécessite une définition de la cible, et ceci dans des conditions stéréotaxiques.

8.1.1 Définition de la cible

Le repérage de la cible à biopsier fut, dans un premier temps, neuroradiologique. 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 [39] :

- 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 chances 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.

8.1.2 Atteinte de la cible

L'atteinte de la cible nécessite certaines étapes essentielles [40], [41] :

- 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.
- Réalisation de la biopsie.

Différentes voies d'abord sont utilisées :

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



Figure 47 : La voie d'abord coronale (système MICROMAR) [42].



Figure 48 : La voie d'abord occipitale (système MICROMAR) [42].



Figure 49 : La voie d'abord latérale (système MICROMAR) [42].

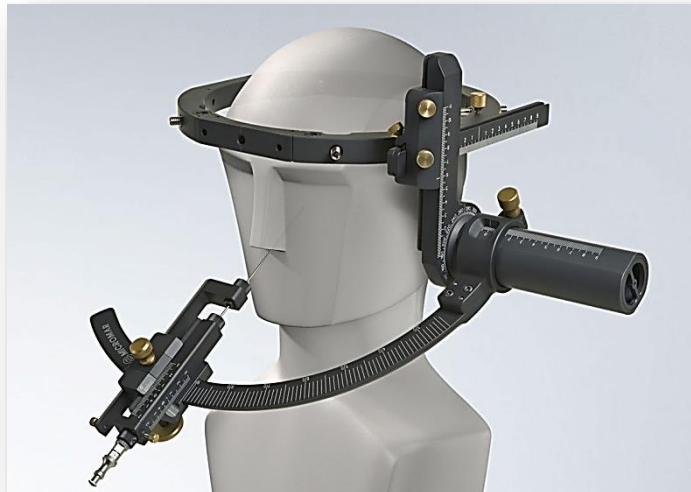


Figure 50 : La voie d'abord transphénoïdale (système MICROMAR) [42].

8.2 Avantages de la biopsie stéréotaxique

Les avantages de la chirurgie stéréotaxique sont comme suit :

- C'est un geste rapide, efficace, fiable et sûr [40].
- Courte hospitalisation.
- Malgré le développement de l'imagerie médicale, le diagnostic de certitude revient toujours à l'histologie [43].

- La biopsie stéréotaxique constitue le point fort dans le diagnostic histologique des lésions jugées inopérables, profondément situées, celles qui présentent à l'imagerie médicale des caractéristiques ambivalentes évoquant plusieurs diagnostics.
- Une approche stéréotaxique des lésions du tronc cérébral a permis d'avoir un diagnostic histologique positif avec une faible incidence de morbidité. La série de 14 procédures stéréotaxiques réalisées par **Hood T.W.** [44] sur 12 patients porteurs de lésions du mésencéphale et de la protubérance a été étudiée avec une description de la technique biopsique en transfrontal. Un diagnostic histologique de certitude a été posé chez tous les patients avec une mortalité opératoire égale à zéro. Un seul cas de déficit neurologique permanent a été rapporté, d'où l'intérêt de cette approche dans les lésions de cette partie du cerveau [44].
- La biopsie stéréotaxique reste le principal moyen de diagnostic des tumeurs de la région pinéale.
- Elle permet la réalisation de plusieurs fragments biopsiques aux différents étages de la lésion.
- C'est une procédure sûre, efficace, mini invasive et reproductible autant de fois que cela est nécessaire.
- Un geste qui se déroule sous anesthésie locale, avec des indications particulières pour l'anesthésie générale.
- C'est une procédure qui se déroule en hôpital du jour et ne nécessite pas une surveillance médicale étroite.
- Mis à part le trouble de la coagulation, il n'existe aucune autre contre indication à cette procédure.

8.3 Matériel de biopsie stéréotaxique

8.3.1 Appareils stéréotaxiques

8.3.1.1 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.

8.3.1.2 Appareils quadrangulaires (SPIEGEL et WYCIS, TALAIRACH)

Ils consistent en une fixation crânienne d'un cadre rectangulaire rigide, dégagant totalement le crâne reposable ultérieurement en même position. Il sert de support, non limitatif, à de

nombreux guides-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 tous lieux intracérébraux.

8.3.2 Cadres stéréotaxiques

Les plus disponibles au marché sont :

8.3.2.1 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.

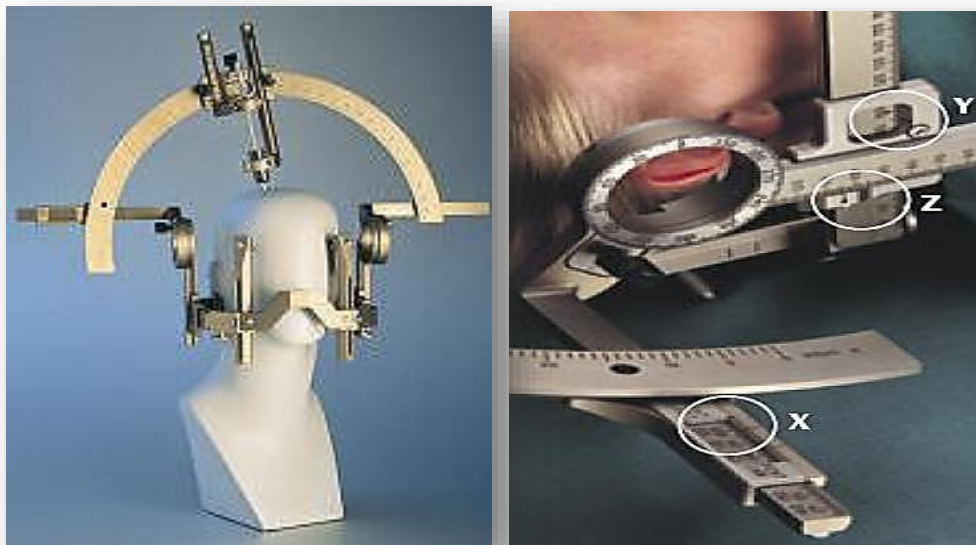


Figure 51 : Cadre stéréotaxique de LEKSELL [45].

8.3.2.2 *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 fixé au crâne du patient, ainsi qu'un porte-guide orientable supportant le guide au travers duquel coulisse l'outil vers la cible repérée radiologiquement.

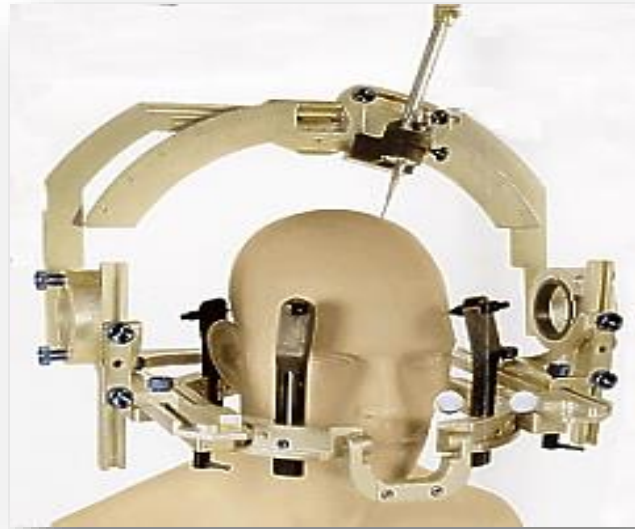


Figure 52 : Cadre RADIONICS [46].

8.3.2.3 *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 3 cm.

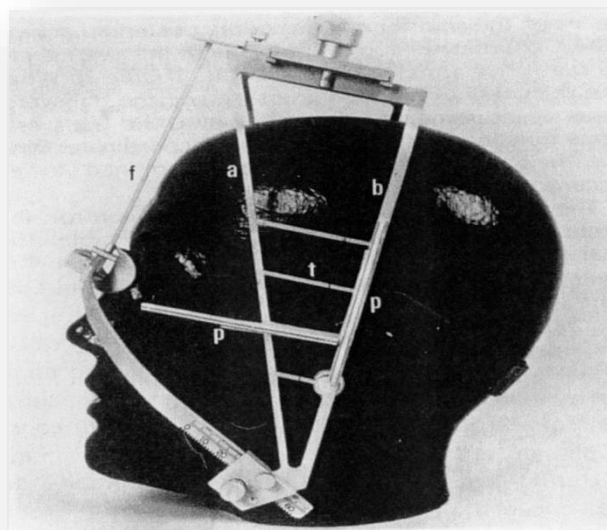


Figure 53 : Disposition du casque de Laitinen [47].

8.3.2.4 Cadre MICROMAR

Il est utilisé comme moyen de stéréotaxie. Le système assure la localisation précise et l'approche prédéterminée de la cible à partir d'images de tomodensitométrie, IRM ou angiographie, permettant un calcul manuel ou l'utilisation d'un logiciel pour obtenir les coordonnées stéréotaxiques (X, Y et Z). Ce système est extrêmement polyvalent et peut être utilisé pour plusieurs applications neurochirurgicales offrant un maximum de flexibilité. Sa fixation est facile.

Le cadre peut être corrigé en quelques minutes, peu importe la façon dont les images ont été prises. Le chirurgien a le choix de fixer le cadre directement sur la tête du patient avec 3 ou 4 vis vers le haut ou vers le bas ; ou il peut utiliser des postes d'extension avec un segment incurvé qui permettent les opérations chez les patients intubés aussi. Dans ce cas, le cadre est dans une position basse, offrant un champ suffisant pour la stéréotaxie ouverte des procédures guidées.



Figure 54 : Cadre type Micromar [42].

8.3.3 Outils stéréotaxiques

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

8.3.3.1 Trocart de biopsie

Le plus utilisé actuellement est le trocart aspiratif de SEDAN [48], son diamètre externe est de 2,5 mm. Il permet d'effectuer des prélèvements cylindriques d'environ 2 mm de diamètre et de 5 à 10 mm de long.

8.3.3.2 Pince à morceler

D'un diamètre de 2 mm (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.

8.3.3.3 Ressort spiral

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.

8.4 Déroulement d'une biopsie stéréotaxique

8.4.1 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 précoronral, sauf dans certains cas de lésions occipitales, temporales, fosse cérébrale postérieure (FCP), pariétal postérieur où l'abord sera en décubitus ventral ou latéral.

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

8.4.2 Prise du cliché TDM ou IRM

Une fois le cadre en place, le localiseur 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.

L'avantage de réaliser une BST en condition IRM par rapport à la TDM est :

- Une meilleure résolution en signal.
- Apport de la dimension angiographique.
- Le calcul de l'angle de trajectoire ce qui permet la possible simulation du geste stéréotaxique sur console indépendante.
- De mieux visualiser les tumeurs de la FCP et de la ligne médiane ainsi que les images des tumeurs infiltrantes non vues au scanner.

Son seul inconvénient, c'est la distorsion de l'image en périphérie qui est due à l'inhomogénéité du champ magnétique et de la durée d'acquisition des images qui peut être la source de déplacement millimétrique.

Donc, le mode d'examen radiologique utilisé sera influencé par plusieurs critères sur le plan pratique :

✓ La TDM en cas

- Malade grabataire (transfert du patient de son lit directement sur la table de l'examen).
- Malade obèse.
- Lésion bien visible à la TDM.

Patient sous anesthésie générale (ce qui permet un contrôle aisé des paramètres vitaux, facilité d'accès au patient si besoin).

- Rapidité de l'examen (3 secondes, pour une trentaine de coupes de 3 mm d'épaisseur chacune).
- Patient sans terrain allergique (injection de produit de contraste).
- Nullité des effets de torsion.
- Contre-indications à l'IRM.

✓ L'IRM si

- Patient, coopérant.
- Lésions visibles uniquement à l'IRM.
- De préférence patient éveillé ou sous légère sédation.
- Patient non claustrophobe.
- Patient présentant un terrain allergique à l'iode.

8.4.3 Trajet stéréotaxique

Ce sont des trajectoires, dites en double obliquité, faciles à réaliser avec les cadres stéréotaxiques actuels. Ces systèmes utilisant 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 parfois nécessaire de calculer l'angulation de la trajectoire de façon

plus précise. Le calcul de la trajectoire peut s'effectuer de façon manuelle par un calcul d'angle, ou en utilisant des programmes informatiques spécifiquement conçus [49].

Lorsqu'il est impératif d'éviter en profondeur des structures vasculaires importantes. La technique la plus sûre, selon plusieurs auteurs, est d'utiliser une artériographie stéréotaxique peropératoire.

La trajectoire est alors calculée pour atteindre la cible choisie au scanner et éviter ces structures vasculaires. Les tumeurs temporales internes, insulaires ou pinéales peuvent être abordées par une voie orthogonale latérale selon la technique préconisée par Talairach et Szikla [48], [50], [51].

8.4.4 Calcul des coordonnées

Grâce à la coupe TDM ou IRM réalisée, au 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 : coordonnées de latéralité, Y : position dans le sens antéro-postérieur).

8.4.5 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, latérales et transphénoïdales peuvent également être utilisées [40].

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.

8.4.6 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 [52].

8.4.7 Prélèvement

La BST pourrait ne comporter qu'un seul prélèvement au cours d'un seul trajet, 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 prélèvement en « rosette » [53].

Les prélèvements peuvent être étagés le long de la trajectoire en laissant un intervalle de 2 mm 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 [10]), 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.

8.4.8 Retrait de l'outil et du cadre stéréotaxique

À 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.

8.5 Particularités des tumeurs du tronc cérébral et de la région pinéale

En fonction de leur localisation exacte, les tumeurs du tronc cérébral peuvent être abordées par 2 voies. Les lésions du pédoncule cérébral, de la partie médiane de la protubérance et du bulbe peuvent être biopsiées par voie frontale suivant le grand axe du tronc cérébral.

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 de l'IRM sont indispensables. Pour minimiser les lésions séquellaires liées à la traversée du tronc cérébral, il est recommandé d'utiliser des trocars de faible diamètre (1,5 mm) (Hood, 1986) [44].

Les lésions latérales du tronc cérébral et du cervelet sont habituellement abordées par voie transcérébelleuse sous-occipitale (Abernathey 1989, Guthrie 1989) [54], [55], le patient étant

positionné en décubitus ventral ou latéral. La voie trans-tentorielle, par un abord dans la région pariéto-occipitale, a été préconisée par Apuzzo en 1983. Cette technique, qui fait courir le risque d'hémorragie lors de la pénétration du trocart au niveau du cortex cérébelleux, semble très rarement utilisée [56].

Les tumeurs de la région pinéale peuvent être abordées par voie orthogonale latérale ou en double obliquité (antérieure ou postérieure). Éventuellement sous contrôle artériographique pour ne pas léser les veines cérébrales internes et la veine de Galien qui coiffent la tumeur dans la plupart des cas, pour ne pas mettre en danger la vie du patient. La fréquence des complications liées à la biopsie des tumeurs de cette région varie selon les séries (Peragut 1987, Pecker 1979, Bosh 1980) [2], [50], [57].

8.6 Limites et risques de la biopsie stéréotaxique

Il convient d'émettre quelques réserves liées soit à l'environnement anatomique, soit aux caractéristiques radiologiques. Ainsi, l'expérience démontre qu'il est préférable d'éviter la réalisation de biopsies étagées dans un contexte d'hypertension intracrânienne sévère, liée à une hydrocéphalie obstructive due, par exemple, à une gêne à l'écoulement du liquide céphalo-rachidien au niveau du troisième ventricule.

En effet, la simple introduction d'un trocart dans un tel contexte peut déstabiliser un équilibre précaire et entraîner une décompensation de l'hypertension intracrânienne, aboutissant à un engagement diencephalique. Cette éventualité est d'autant plus plausible que la réalisation des biopsies entraîne parfois au sein de la lésion des microhémorragies ou une réaction œdémateuse.

De même, la plus grande réserve s'impose lorsque les données de l'imagerie démontrent qu'il s'agit très vraisemblablement d'une tumeur hypervascularisée : une fois encore, la simple biopsie peut entraîner un hématome intralésionnel dont les conséquences peuvent être catastrophiques, tant sur le plan fonctionnel que vital [50], [58], [59].

8.7 Différents champs d'application de la stéréotaxie

8.7.1 La biopsie stéréotaxique tumorale

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 (thalamus, noyaux gris centraux, tronc cérébral).
- ✓ Lésions multiples.
- ✓ Si le patient ne peut pas supporter une anesthésie générale.
- ✓ Si l'état général contre-indique une chirurgie d'exérèse.
- ✓ Si la chirurgie d'exérèse fait courir un risque vital ou fonctionnel au patient.
- ✓ Lésions pouvant éventuellement bénéficier, sur le plan thématique, de gestes stéréotaxiques, il s'agit essentiellement de lésions tumorales kystiques.
- ✓ En cas de doute diagnostique : première étape pour un choix thérapeutique (ex : tumeurs pinéales, radionécrose/récidive tumorale...) [2], [40], [60].

8.7.2 Stéréotaxie fonctionnelle

8.7.2.1 Mouvements anormaux de la maladie de Parkinson

Les premières interventions stéréotaxiques se sont focalisées 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 contralatéraux, 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.

8.7.2.2 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 [2], [40], [60].

8.7.2.3 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.

8.7.2.4 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 [2], [39], [59] .

8.7.2.5 Hyperthermie focale

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 [2], [40], [60].

8.7.2.6 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 [2], [40], [60].

8.7.2.7 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 artérioveineuses cérébrales et pour certaines tumeurs [2], [40], [60].

8.8 Nouveaux apports technologiques et perspectives

Actuellement, des renouvellements technologiques sont en cours, basés notamment sur la notion de « stéréotaxie sans cadre » [61], [62], [63] ou de « neuronavigation » : si une telle approche peut facilement se concevoir en cas de lésions volumineuses, situées à distance de zones fonctionnelles, il faut rester très prudent en cas de lésions développées aux dépens de la ligne médiane, que ce soit à la partie antérieure ou à la partie postérieure du troisième ventricule, en raison de la richesse de l'environnement vasculaire [64], [65].

Les risques anatomofonctionnels sont tels qu'il est nécessaire d'assurer une extrême précision de l'ensemble du repérage anatomique, lui-même sous-tendu par la fiabilité des

Marqueurs placés sur le scalp. En ce sens, la technique du « nuage de points » permet une

Meilleure identification des surfaces et réduit le risque d'erreurs. Mais, à ce jour, une validation des techniques s'avère indispensable avant d'affirmer avec certitude l'intérêt, notamment dans un contexte de lésions développées aux dépens de structures fonctionnelles ou profondes [65], [66].

Une autre modalité technique est actuellement fournie par l'usage du robot stéréotaxique, couplant les avantages de l'informatisation et de la robotisation, aboutissant ainsi à un positionnement automatique d'un bras articulé selon des angulations préalablement définies à partir d'analyses des images traitées sur console d'ordinateur.

Il s'agit d'une voie d'avenir, fondée sur la fusion d'images, dont le caractère multimodal est certainement un garant de sécurité, dans la mesure où leur intégration est effectuée selon des repères communs parfaitement bien intégrés, en dehors de toute distorsion. Une fois encore, cela nécessite une validation multicentrique de ces nouvelles technologies [66], [67], [68].

PARTIE PRATIQUE

9 Présentation de notre série

9.1 Matériel et méthodes

9.1.1 Matériel

9.1.1.1 Moyens personnels

La prise en charge effective du patient qui doit bénéficier d'une procédure stéréotaxique nécessite la mobilisation de tout un personnel dévoué composé de médecins, infirmiers, techniciens et brancardiers.

Nous détaillerons ci-dessous le travail des services concernés ;

- Personnel de neurochirurgie

Le neurochirurgien qualifié pour cette technique est assisté d'un médecin résident et d'un infirmier. Cette étape est réalisée au service de neurochirurgie dans la chambre du patient.

- Personnel du service de réanimation

La présence du médecin réanimateur est toujours rassurante. Il doit parer à tout incident inhérent à ce geste, et ce, depuis le début de la procédure jusqu'à la sortie du patient du bloc opératoire.

- Personnel du service de radiologie

La deuxième étape a lieu au service d'imagerie médicale où un neuroradiologue ou un technicien de radiologie peut nous prêter assistance par un avis judicieux sur certaines lésions atypiques.

- Personnel du bloc opératoire

C'est un personnel initié et sensibilisé à cette technique. Il nous est d'une aide appréciable et sa disponibilité est indispensable tout au long du geste.

Il intervient dans les différents déplacements du patient depuis sa sortie du service d'imagerie médicale jusqu'au traitement en veillant au maintien du casque et au confort du patient.

Nous comptons sur lui pour la préservation de ce précieux matériel lors de sa manipulation, en particulier au cours du lavage, de la stérilisation et du stockage.

- Personnel du service d'anatomie pathologie

Ce service reçoit tous nos micro-fragments biopsiques durant toute la semaine, à condition qu'ils soient bien conservés dans du formol dilué à 04 % et transportés dans de petits flacons qui facilitent leurs manipulations.

Ce flacon renferme le fragment à étudier qui baigne dans au moins 10 fois son volume en formol.

9.1.1.2 Locaux

Notre étude a eu lieu dans le service de neurochirurgie de l'hôpital Ibn Rochd CHU Annaba (service du Pr M. BOUAZIZ). Le service comprend 28 lits d'hospitalisation repartis en 12 lits pour femme et enfant, 12 lits pour homme et 04 lits postopératoires. Le service compte deux salles opératoires.

Les moyens humains sont représentés par un professeur médecin-chef de service (Pr Bouaziz), d'un rang magistral, quatre maîtres assistants, quatre assistants et treize résidents. Le nombre de paramédicaux est suffisant. Le matériel disponible et l'équipement sont suffisants pour la réalisation de la biopsie stéréotaxique, à savoir boîte de chirurgie de crâne, cadre de stéréotaxie, coagulation bipolaire et l'aspiration.

9.1.1.3 Moyens techniques

9.1.1.3.1 Scanner

Notre CHU dispose d'un service d'imagerie médicale moderne comprenant

Unité scannographique :

Type : Aquilion 80

Marque : Toshiba Prime

Nombre de barrettes : 80 barrettes, 128 coupes

Tube à RX : 7 MGH

Image thickness : 5.0 mm, reconstruction intervalle : 5.0 mm

Le scanner permet le repérage radiologique après la fixation du casque et de réaliser un scanner cérébral post-opératoire après 24 heures.

9.1.1.3.2 Équipements

Nous avons utilisé :

- Cadre de stéréotaxie type LEKSELL de marque **MICROMAR** (Brésil), c'est un casque circulaire avec des échelles X, Y, Z inscrites sur les éléments verticaux et horizontaux, le cercle est attaché au crâne du patient par quatre vis, un arc mobile est attaché au cercle et qui bouge, de sorte que son centre est placé sur le point cible intracrânien. Les sondes sont dirigées par un système monté perpendiculairement à la cible et peuvent être dirigées à partir de n'importe quel angle d'approche horizontal et vertical sur le cercle pour atteindre la cible intracrânienne située en son centre.

Notre choix s'est porté sur ce système pour plusieurs raisons, et nous citerons les plus importantes :

- Indépendant d'une salle spécialement équipée pour la stéréotaxie.
- Indépendant des installations lourdes et fixes,
- Ne pèse que 1,8 kg et bien supporté,
- Mobile et transportable dans son emballage,
- Est adaptable à toute sorte d'imagerie : CT, IRM, PET, et est rapidement réglable pour des trajectoires différentes à partir du même point d'entrée.
- Conception très simple,
- Représente une introduction aux techniques nouvelles.



Figure 55 : la boîte numéro 1 du casque fixée au lit du malade.

[Série personnelle]



Figure 56 : la boîte numéro 2 du casque installée au bloc opératoire.

[Série personnelle]

- La boîte pour chirurgie de crâne est composée de trépan manuels avec les instruments de chirurgie de crâne.
- Coagulation bipolaire.
- Aspiration.

9.1.2 Méthodologie de recherche

9.1.2.1 Mode, période d'étude

Étude descriptive portant sur une série de cas dont le recueil s'est fait d'une manière prospective dans notre service de neurochirurgie C.H.U. Annaba sur une période de 6 ans (janvier 2013-décembre 2018).

9.1.2.2 Taille de l'échantillon

72 patients hospitalisés et opérés au sein du service de neurochirurgie du CHU ANNABA, dont 69 patients, ont un diagnostic anatomopathologique positif pour la première biopsie. 2 malades ont un résultat anatomopathologique à partir de la deuxième biopsie.

9.1.2.3 Mode de recrutement

L'ensemble des tumeurs ont été diagnostiquées au niveau du service de neurochirurgie du CHU.

Annaba. Les modalités du recrutement étaient les suivantes :

- ✓ Consultation externe
- ✓ Pavillon des urgences
- ✓ Patients orientés par nos confrères installés ; neurochirurgiens, médecins généralistes.

9.1.2.4 Population étudiée

9.1.2.4.1 Critères d'inclusion

Ont été inclus dans cette étude les patients ayant des :

- Tumeurs cérébrales de localisation profonde et/ou localisées au niveau d'une zone fonctionnelle.
- Lésions multifocales non accessibles à un abord direct et/ou la méconnaissance de la tumeur primitive.
- Existence d'un haut risque chirurgical. La balance des bénéfices risques d'une chirurgie d'exérèse n'était pas justifiée.
- Comorbidités avec haut risque de l'anesthésie générale.
- Nécessité d'un traitement complémentaire (radiothérapie et/ou chimiothérapie) précoce pour les tumeurs inopérables avec un mauvais pronostic.

- Tous nos patients ont bénéficié d'une stéréotaxie en salle opératoire sous anesthésie locale.
- Le repérage était scannographique pour tous nos patients.
- Un examen anatomopathologique extemporané n'était pas systématique.
- Un scanner de contrôle en postopératoire (après 24 heures) a été systématiquement réalisé pour tous les patients.

9.1.2.4.2 Critères d'exclusion

Nous avons exclu de cette étude les patients ayant :

- Des tumeurs accessibles à un abord direct.
- Un traitement anticoagulant.
- Une grossesse en cours.
- Une hypertension intracrânienne en décompensation.
- Les enfants dont l'âge est inférieur à 16 ans.
- Les tumeurs cutanées, sous-cutanées, osseuses ainsi que les malformations vasculaires ont été éliminées des effectifs de notre étude.
- Toutes lésions de nature parasitaire (kyste hydatique... etc.) et inflammatoire.
- Les tumeurs de la glande pituitaire (les tumeurs endocriniennes).
- Les tumeurs des enveloppes leptoméningées.

9.1.2.5 Collecte des données

Pour mener cette étude, une fiche d'exploitation a été établie, c'est un questionnaire détaillé qui s'adressera aux malades (annexe) au moment de l'hospitalisation et de la prise en charge diagnostique et thérapeutique des malades porteurs de tumeurs cérébrales, où ont été notées les données cliniques, paracliniques, la description de la procédure, les résultats histologiques et l'évolution à court et moyen terme.

9.1.2.6 Méthodes statistiques utilisées

- Dépouillement manuel.
- L'analyse statistique correspond à une description de notre échantillon, par la mise en évidence de pourcentages et de moyennes. Les tests statistiques utilisés sont le test Chi-2 ou le test T de Student. Le logiciel Épi-Info 6.0.1 a été utilisé pour cette analyse.
- Les résultats sont considérés comme significatifs si **p<0,05**.

9.1.2.7 Considérations éthiques

Le recueil des données a été fait en prenant en considération les règles globales d'éthique relatives au respect de la confidentialité et de l'anonymat, ainsi qu'à la protection des données propres aux patients et au consentement écrit éclairé des malades. Ces considérations éthiques ont été respectées tout au long de l'étude.

9.1.2.8 Déroulement de la procédure

9.1.2.8.1 Avant la procédure

Après avoir posé l'indication d'un geste en condition stéréotaxique, le consentement éclairé et écrit du patient est obtenu avant l'admission.

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 à l'optimisation de la sécurité au moment du geste.

✓ Préparation médicale

Une consultation pré-anesthésique 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.

✓ Préparation psychologique

La chirurgie stéréotaxique est un geste encombrant sur le crâne du patient et elle est souvent angoissante. La procédure doit être clairement exposée au malade, dont la collaboration est essentielle. Donc la procédure doit être clairement décrite au patient et à ses accompagnants (les modalités, la pénibilité, la durée de la procédure, son intérêt et les éventuelles complications).

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

✓ Collaboration avec radiologue

Un technicien de radiologie ou rarement un médecin radiologue est averti 24 heures à l'avance. Sa disponibilité devra être confirmée à la date et à l'heure de la procédure. Le rôle du technicien

est primordial dans le déroulement de la BST. Il permet la réalisation du scanner après la fixation du cadre stéréotaxique et injecte le produit de contraste, ainsi qu'il participe au choix de la cible et finalement il calcule les coordonnées : de la hauteur [z], de la position dans le sens antéropostérieur [y], de la latéralité [x].

La pose du cadre se fait généralement 15 min à une demi-heure avant le repérage scannographique. Un scanner de contrôle est réalisé 24 heures après la sortie du malade du bloc opératoire.

9.1.2.8.2 Pendant la procédure

✓ Lieu

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

✓ Préparation du malade

Une voie veineuse est placée, elle servira pour l'injection de produit de contraste pendant le repérage scannographique et pour une éventuelle sédation du malade au bloc opératoire. Tout geste effectué est expliqué explicitement au malade.

✓ 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.

✓ Anesthésie locale

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

✓ Mise en place du cadre.

Étape extrêmement importante. Il est impératif que la position de l'anneau et des éléments qui en sont solidaires se trouvent sous le point cible. Sous anesthésie locale, vissage serré de l'anneau du cadre à la table externe du crâne parallèle au plan orbito-méatal, symétrique ou décalé latéralement en fonction de la position de la cible de manière qu'elle soit le plus au centre du cadre.

Pour une :

Cible sustentorielle : le positionnement normal en haut positif.

Cible sous tentorielle : sont fixées directement au cadre en bas positif.

Le patient est en décubitus dorsal dans la majorité des cas, où l'abord est précoronaral.



Figure 57 : Fixation du cadre avant le repérage scannographique.

[Série personnelle]

✓ **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 5 mm.

Le choix de la cible se fait en général après discussion et consentement du neurochirurgien et du radiologue.

Le choix du site de biopsie doit toujours porter sur la partie hyperdense au scanner. En général, le point à biopsier correspond à une zone qui prend le produit de contraste.

Ainsi, en cas de lésion de densité homogène (sans ou avec injection de produit de contraste), c'est le centre de la lésion qui constituera habituellement la cible. En cas de lésion à centre hypodense (kystique ou nécrotique), il faudra prélever en premier la masse charnue en périphérie qui prend le contraste, suivie du centre. En cas de lésion très inhomogène, il pourra être nécessaire d'envisager plusieurs sites de biopsies. Ces prélèvements étagés devront également intéresser les zones hypodenses péri lésionnelles.

Dans la plupart des cas, la trajectoire de la biopsie est assez simple à définir. En effet, elle se rapproche souvent des trajectoires classiques utilisées pour la ponction des cavités

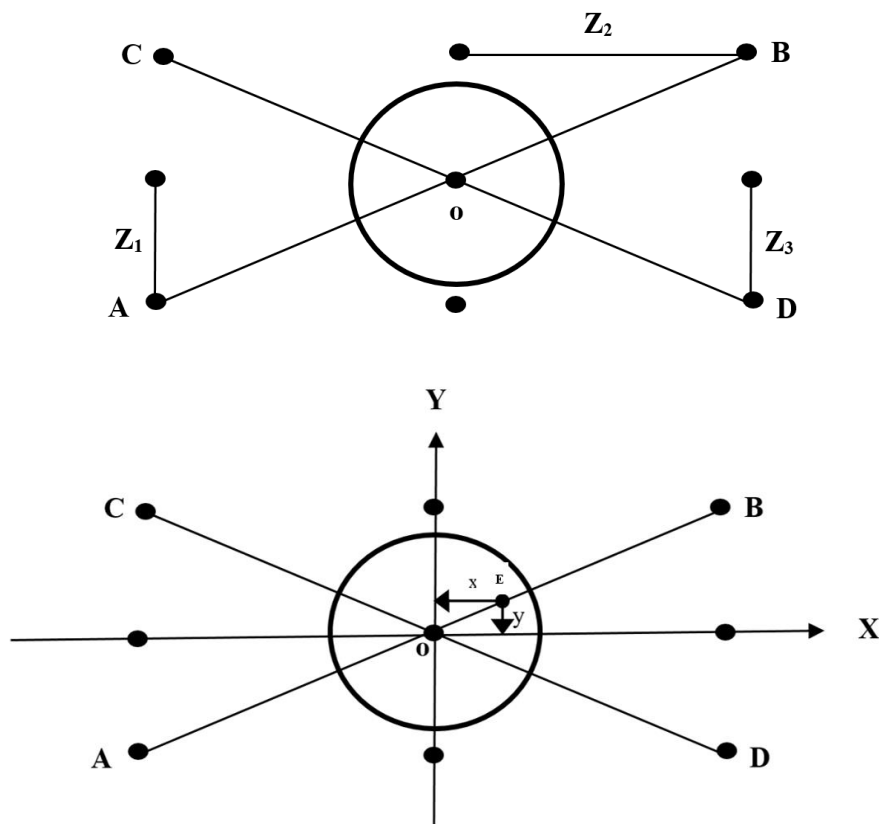
ventriculaires. Celles-ci, dites en « double obliquité », sont faciles à réaliser avec les cadres stéréotaxiques actuels. La trajectoire sera également choisie tout en évitant les vallées sylviennes, les gros vaisseaux, les ventricules ainsi que les zones hautement fonctionnelles.

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.

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 à gauche, angle = 0°

Y : l'axe antéro-postérieur à angle = 90°



E : Point cible

$$Z = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3}$$

Z : coordonnée en hauteur

Figure 58 : Saisie les coordonnées de repérage

Ces différentes données sont notées 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.

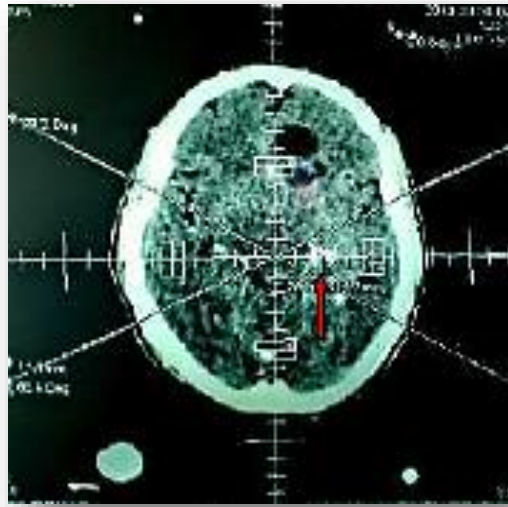


Figure 59 : Scanner de repérage.

[Série personnelle]

La cible choisie (flèche) correspond à la zone qui prend le contraste en périphérie de la lésion.

✓ **Réalisation du geste stéréotaxique**

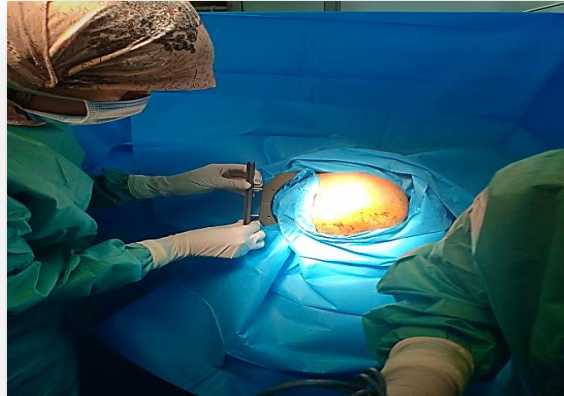
Une fois les coordonnées prises avec le technicien de radiologie, le patient est acheminé directement au bloc opératoire.



Figure 60 : Contention du patient par l'anneau fixé au bras du Mayfield au bloc opératoire.

[Série personnelle]

Les coordonnées obtenues durant le repérage vont être utilisées pour le montage du matériel de stéréotaxie. Le neurochirurgien monte le porte-instrument à arc sur le cadre en fixant les différentes pièces selon les côtés : Z, Y et X



Coordonnée Y



Coordonnées Z



Coordonnées X

Figure 61 : Montage du cadre selon les coordonnées de repérage.

[Série personnelle]

Après l'infiltration d'une anesthésie locale, une incision cutanée et une trépanation ont été réalisées. 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.

Les tumeurs du tronc cérébral peuvent être abordées par 02 voies distinctes :

- Les lésions du pédoncule cérébral ainsi que celles situées à la partie médiane de la protubérance, voire certaines au niveau bulbaire, peuvent être biopsiées par voie frontale. Il est nécessaire de calculer très exactement l'inclinaison de la trajectoire tant dans le plan frontal que sagittal. Afin de minimiser les séquelles liées à la traversée du tronc cérébral.

Dans notre série pour les tumeurs du tronc cérébral (3 cas), le trou du trépan est réalisé au niveau frontal suivant le grand axe du tronc cérébral.

- Les lésions latérales du tronc cérébral ou celles des hémisphères cérébelleux sont habituellement abordées par voie transcérebelleuse sous-occipitale.

Après l'ouverture dure mérienne, 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 en réalisant un « prélèvement en rosette ».

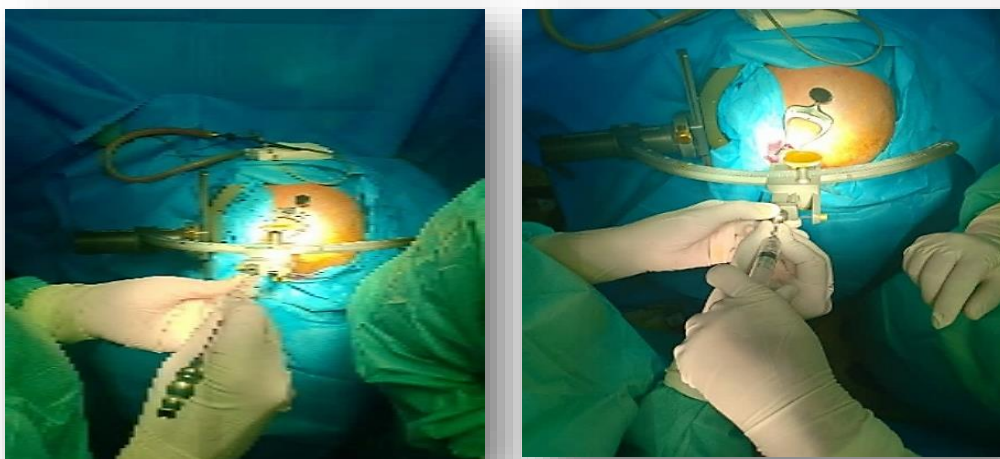


Figure 62 : Introduction du biopseur et réalisation de la biopsie.

[Série personnelle]

Le biopseur peut être décalé de 2 mm sur sa trajectoire, on réalisera à ce niveau un autre prélèvement « en rosette », ceci augmentera le nombre de fragments recueillis. Les fragments seront fixés au formol et serviront à l'étude anatomopathologique conventionnelle.

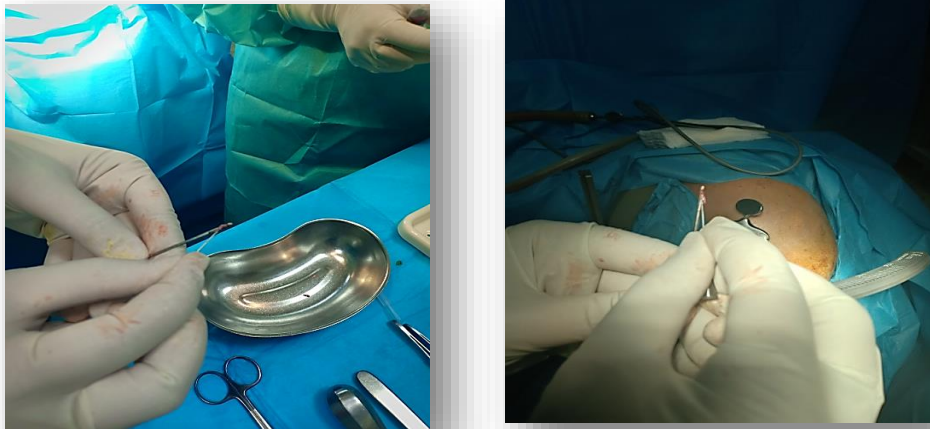


Figure 63 : fragments obtenus au cours d'une biopsie stéréotaxique.

[Série personnelle].

✓ **Retrait de l'outil et du cadre stéréotaxique**

Un point de suture est parfois nécessaire sur le point de pénétration et on retire le cadre.

9.1.2.8.3 Après la procédure

✓ **L'examen neurologique post stéréotaxique**

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

✓ **Contrôle scannographique**

Un scanner de contrôle est systématiquement réalisé pour tous nos patients, dans le but de rechercher des complications.

✓ **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).

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

9.2 Résultats

Nous avons colligé 72 patients au niveau du service de neurochirurgie au CHU Annaba pour des tumeurs cérébrales inaccessibles à la chirurgie à ciel ouvert et pris en charge par un cadre de stéréotaxie type MICROMAR et abouti à un diagnostic histologique sans risque fonctionnel ou vital.

9.2.1 Données cliniques

9.2.1.1 Répartition des patients selon l'année d'admission

Tableau 6 : Répartition des patients selon l'année d'admission

	Effectif	Pourcentage (%)
2013	7	9,72
2014	13	18,1
2015	11	15,3
2016	16	22,2
2017	6	8,3
2018	19	26,4
Total	72	100,0

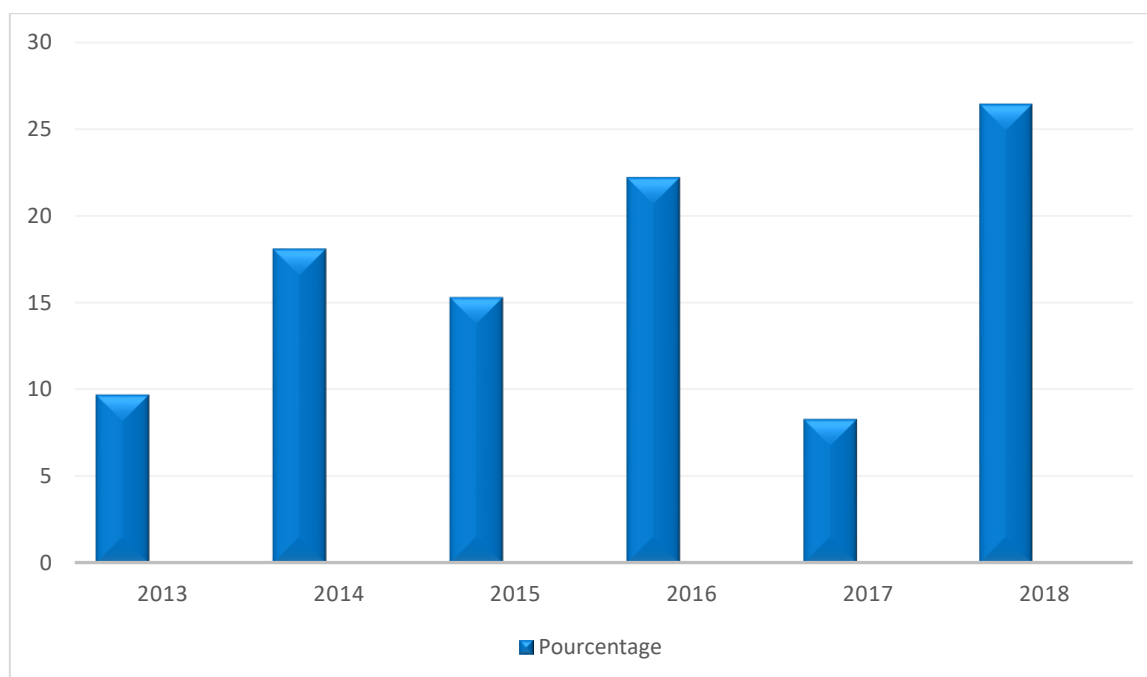


Figure 64 : Nombre de gestes en condition stéréotaxique par année dans notre série.

La variation du nombre de patients par an est significative, liée aux interruptions répétées.

En raison des longues périodes d'indisponibilité du scanner au sein de notre centre hospitalier universitaire, ainsi que des problèmes récurrents liés à l'aiguille de Sedon, connue pour sa fragilité et sa complexité de réparation.

9.2.1.2 Âge

Tableau 7 : Répartition des patients par tranches d'âge dans notre série

Age	Effectif	Pourcentage (%)
<25 ans	3	4,2
25-35 ans	7	9,7
35-45 ans	11	15,3
45-55 ans	17	23,6
55-65 ans	13	18,1
65-75 ans	17	23,6
75 et +	4	5,6
Total	72	100.0

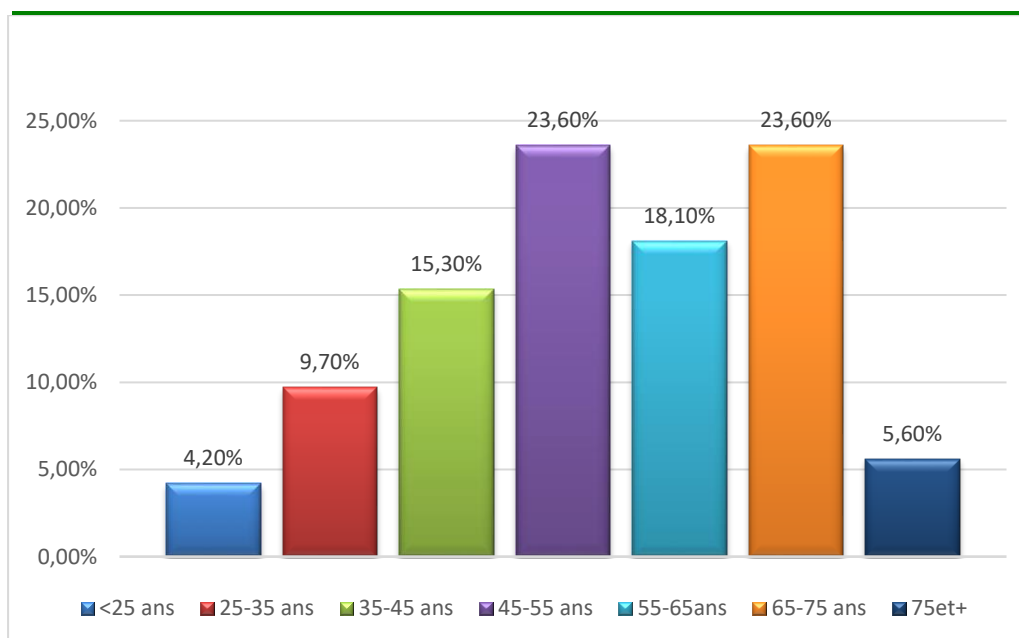


Figure 65 : Répartition des patients par tranches d'âge dans notre série.

Dans le cadre de notre service, toutes les biopsies stéréotaxiques ont été réalisées sur des patients adultes âgés de plus de 16 ans, en raison de l'absence de fixateurs pédiatriques dans notre établissement.

L'âge des patients s'étend de 17 à 87 ans, avec une moyenne de 52,77 ans.

Le patient le plus jeune parmi ceux que nous avons traités était un étudiant âgé de 17 ans, chez qui une biopsie stéréotaxique a été réalisée pour une lésion frontale, révélant ainsi la présence d'un lymphome.

Le patient le plus âgé parmi ceux que nous prenons en charge est un individu de 87 ans, pour lequel l'analyse anatomopathologique indique la présence d'une métastase d'un carcinome.

La catégorie d'âge la plus affectée se situe entre 45 et 55 ans, ainsi qu'entre 65 et 75 ans, représentant 23,6 %.

51 patients, ce qui équivaut à 70,83 %, étaient âgés de 45 ans ou plus.

9.2.1.3 Sexe

Tableau 8 : Répartition des patients selon le sexe dans notre série

	Effectif	Pourcentage (%)
Femmes	25	34,7
Hommes	47	65,3
Total	72	100

Sex-ratio=1,88 (11 M/6 F)

Il existe une prédominance masculine dans notre série : 47 hommes contre 25 femmes, le sexe masculin était majoritaire, avec un sex-ratio=1,88 (11 M/6 F).

Il y a une différence statistiquement significative entre les deux sexes ; $p=0,001$.

9.2.1.4 Répartition selon l'âge et le sexe

Tableau 9 : Tableau croisé de tranches d'âge et de sexe

Âge	Femmes		Hommes		Total	
	N	%	N	%	N	%
<25 ans	1	4	2	4,3	3	4.2
25-35 ans	3	12	4	8,5	7	9.7
35-45 ans	3	12	8	17	11	15.3
45-55 ans	5	20	12	25,5	17	23.6
55-65 ans	4	16	9	19,1	13	18.1
65-75 ans	6	24	11	23,4	17	23.6
75 et +	3	12	1	2,1	4	5.6
Total	25	100	47	100	72	100

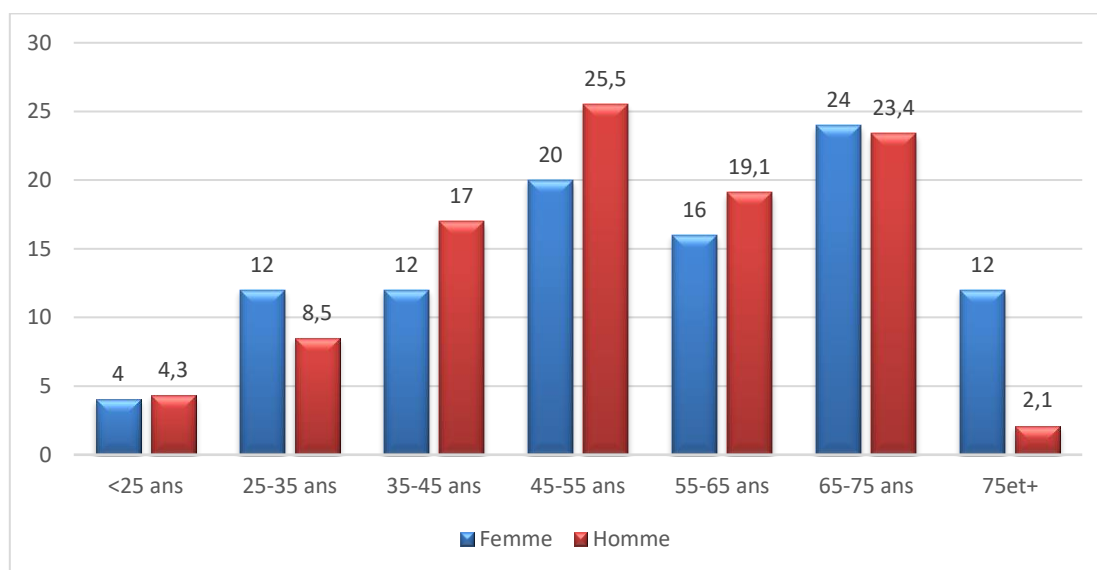


Figure 66 : Répartition des cas selon la classe d'âge et de sexe.

Nous observons ici une prédominance féminine sur les classes d'âge jeunes de moins de 35 ans et la classe âgée de plus de 75 ans et une prédominance masculine dans les classes d'âge supérieures à 35 ans et inférieures à 75 ans.

Tableau 10: montre la moyenne d'âge par rapport au sexe.

	N global	Féminin	Masculin
Taille de l'échantillon	72	25	47
Valeur la plus basse	<u>17</u>	<u>23</u>	<u>17</u>
Valeur la plus élevée	<u>87</u>	<u>77</u>	<u>87</u>
Moyenne	52,77	54,40	51,91
Écart type	15,19	16,42	14,61
Test Shapiro-Wilk	W=0,9820		
pour la distribution normale	accepte la normalité		

La moyenne d'âge / sexe est de 54,40 pour les femmes et de 51,91 pour les hommes.

9.2.1.5 Répartition des patients selon l'État civil

Tableau 11 : Répartition des patients selon l'État civil

	Effectif	Pourcentage (%)
Marié (e)	44	61,1
Célibataire	17	23,6
Veuf (ve)	11	15,3
Total	72	100

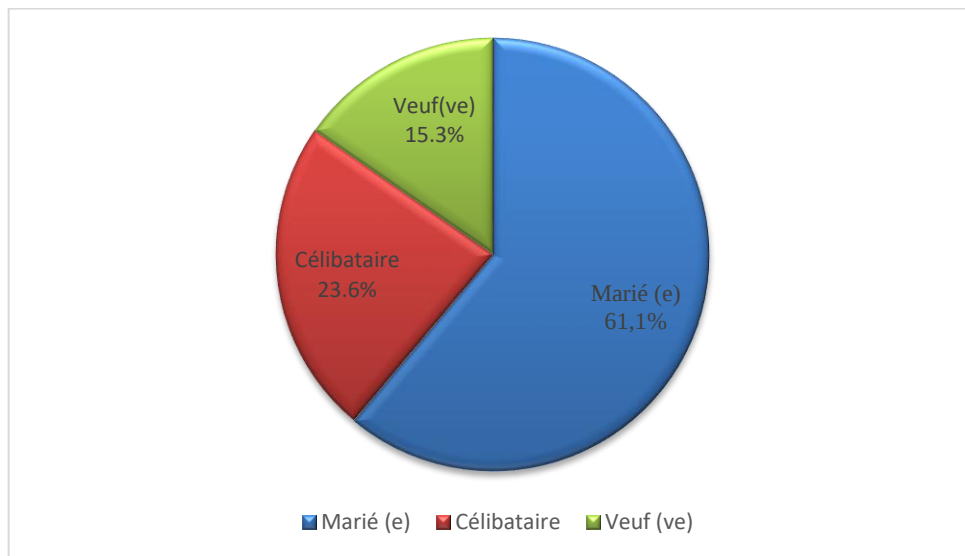


Figure 67 : Répartition des patients selon l'État civil.

Dans notre population d'étude, les patients mariés sont les plus touchés, avec un pourcentage de 61,1 %, suivis des célibataires.

9.2.1.6 Répartition des patients selon l'activité professionnelle

Tableau 12 : Répartition des patients selon l'activité professionnelle

	Effectif	Pourcentage (%)
Femme au foyer	20	27,8
Sans profession	20	27,8
Employé	18	25
Retraité	12	16,7
Étudiants	2	2,8
Total	72	100

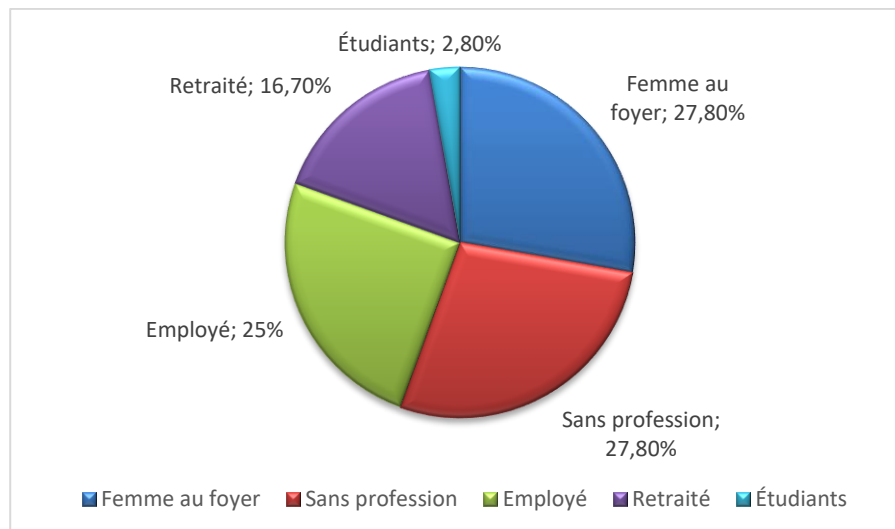


Figure 68 : Répartition des patients selon l'activité professionnelle.

Nos patients sont pour les hommes souvent sans profession, vu leur âge. Ainsi que les femmes qui sont généralement des femmes au foyer. Les employés ne représentent que 25 % des cas.

9.2.1.7 Répartition des patients selon l'origine géographique

Tableau 13 : Répartition des patients selon l'origine géographique

	Effectif	Pourcentage (%)
Annaba	19	26,4
El Tarf	9	12,5
Guelma	8	11,1
Souk Ahras	8	11,1
Tebessa	7	9,7
Skikda	7	9,7
Oum El Bouaghi	3	4,2
Constantine	3	4,2
Béjaia	2	2,8
Jijel	2	2,8
M'Sila	2	2,8
Adrar	1	1,4
El Oued	1	1,4
Total	72	100

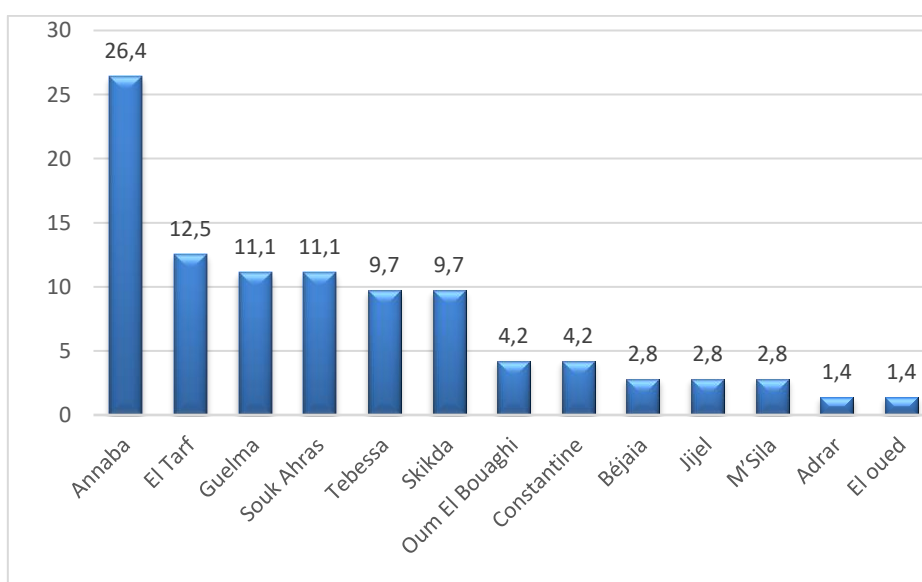


Figure 69 : Répartition des patients selon l'origine géographique.

Près de la moitié de nos patients proviennent des wilayas d'Annaba, El Tarf, Guelma, Souk Ahras, Skikda et Tébessa, qui constituent le bassin habituel de recrutement de notre établissement.

D'autres patients proviennent des wilayas de Constantine, Oum El Bouaghi, El Oued, Touggourt, Jijel, M'Sila, Adrar et Béjaïa en raison de l'absence de cadre de BST au sein de ces wilayas.

9.2.1.8 Antécédents médicaux

Répartition des patients selon les facteurs de comorbidité

Tableau 14 : Répartition des patients selon les facteurs de comorbidité

Types d'ATCD	Effectif (*)	Pourcentage (%)
HTA	25	34,7
Diabète	22	30,6
AVC ischémique	4	5,6
Tabac chronique	3	4,2
ATCD TBC	2	2,8
Passé carcinologique connu (*)	1	1,4

(*) Seul ou associé

25 cas de notre série présentaient une hypertension artérielle et 22 cas présentaient un diabète de type II. Ces deux tares sont fréquentes chez les sujets âgés. Un patient a un antécédent d'une tumeur cérébrale de type méningiome malin (type III) de convexité et qui a bénéficié d'une exérèse totale suivie d'une radiothérapie avant qu'il présente une localisation profonde nécessitant une BST.

2 patients présentant un antécédent de tuberculose pulmonaire, traités par antituberculeux.

9.2.1.9 Délai de diagnostic

Tableau 15 : Répartition selon le délai de diagnostic

	Effectif	Pourcentage (%)
1 mois	18	25,00
2 mois	22	30,60
3 mois	13	18,10
4 mois	11	15,30
>4 mois	8	11,20
Total	72	100,00
Valeur la plus basse	<u>1</u> mois	
Valeur la plus élevée	<u>24</u> mois	
Moyenne	3,06 mois	
Écart type	3,17 mois	

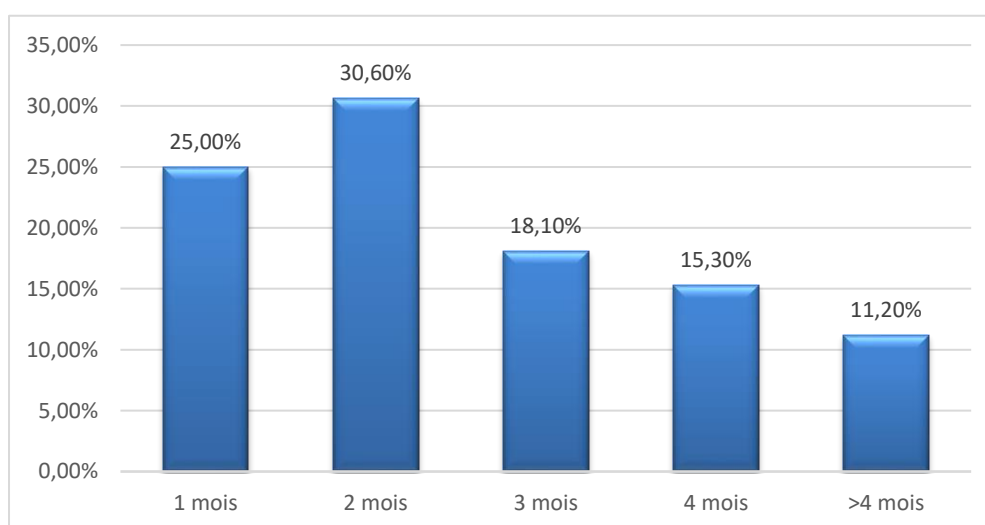


Figure 70 : Répartition des patients selon le délai de diagnostic.

La durée entre l'apparition du premier signe clinique et le diagnostic des tumeurs de notre série varie entre 1 et 24 mois avec une moyenne de 3,06 mois (écart type de 3,17 mois).

64 patients, soit 88,88 %, sont admis à notre service avec un délai de diagnostic inférieur ou égal à 4 mois. Ceci est expliqué par la rapidité d'installation des symptômes qui sont en rapport avec la malignité des lésions tumorales.

9.2.1.10 Clinique

9.2.1.10.1 État général (indice de Karnofski KPS)

Tableau 16 : Répartition des malades en fonction de l'indice de Karnofski

Indice de Karnofski KPS (%)	Effectif	Pourcentage (%)
30 %	6	8,3
40 %	15	20,8
50 %	8	11,1
60 %	13	18,1
70 %	3	4,2
80 %	14	19,4
90 %	13	18,1
Total	72	100
Valeur la plus basse		30 %
Valeur la plus élevée		90 %
Moyenne		61,9 %
Écart type		20,4 %

Dans notre étude, il a été observé que l'état général des patients varie en fonction de l'indice de Karnofsky (KPS), lequel oscille entre 30 % et 90 %, avec une moyenne de 61,9 %.

43 patients, ce qui représente 59,72 % de l'échantillon, ont un indice de Karnofsky supérieur ou égal à 60 %. Ainsi, plus de la moitié de notre population est capable de subvenir à la plupart de leurs besoins de manière autonome ou semi-autonome.

✓ **Mode d'installation des symptômes**

Tableau 17 : Mode d'installation des symptômes

	Effectif	Pourcentage (%)
Progressive	18	25
Rapidement progressive	23	31,9
Rapide	31	43,1
Total	72	100

Rapide $\leq$ 2 mois

Rapidement progressive entre 2 à 6 mois

Progressive $\geq$ 6 mois

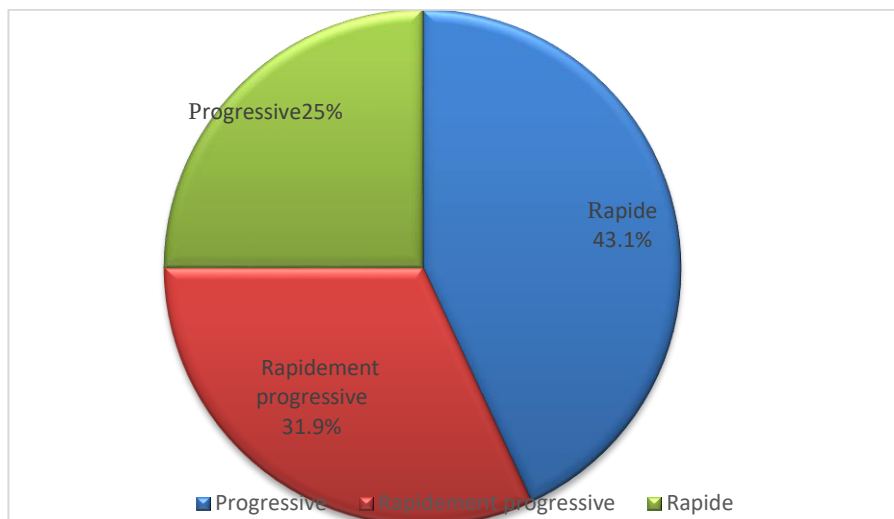


Figure 71 : Installation des symptômes chez nos patients.

La progression des symptômes était graduelle dans 25 % des cas, rapidement progressive dans 31,9 % des cas et rapide dans 43,1 % des cas. Cette évolution est souvent attribuée à l'agressivité des tumeurs, qui sont généralement malignes, nécessitant ainsi une prise en charge rapide et efficace.

9.2.1.10.2 Motifs de consultation

Tableau 18 : Répartition selon les signes cliniques d'appel

Motifs	Effectif (*)	Pourcentage (%)
Signes fonctionnels	72	100
Céphalées	58	80,5
Troubles visuels	57	79,2
Vomissements	56	77,8
Faiblesse musculaire	46	63,9
Crises épileptiques	19	26,4
Troubles de comportement	9	12,5
Atteinte des paires crâniennes	7	9,7
Troubles de l'équilibre	1	1,4

(*) Seul ou associé

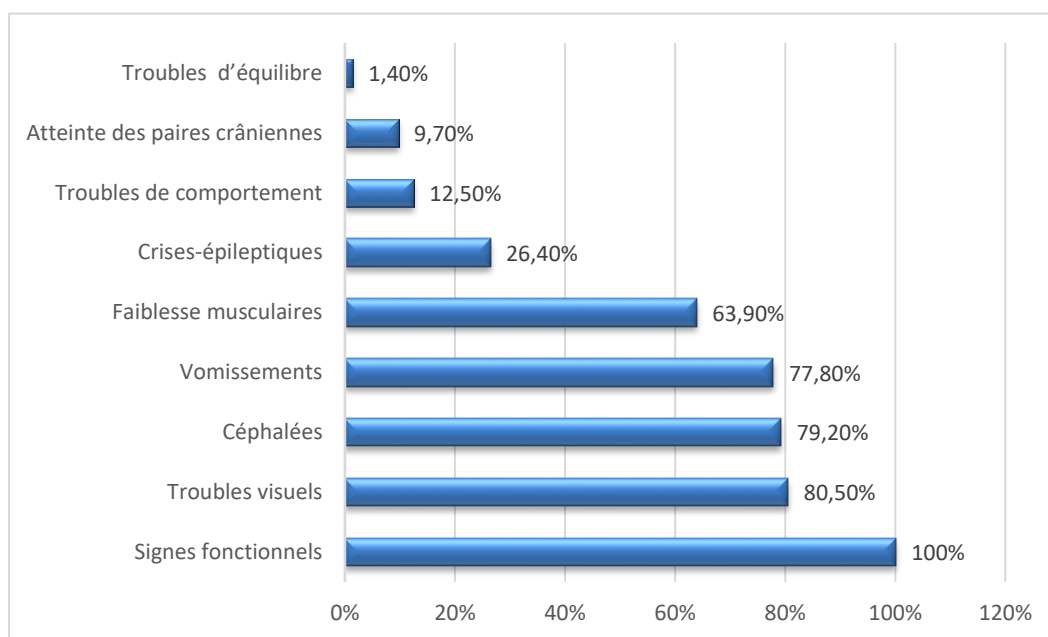


Figure 72 : Répartition selon le motif de consultation.

Association de motifs :

Tableau 19 : Montre l'association de motifs

	Effectif	Pourcentage (%)
6 motifs	9	12,5
5 motifs	38	52,8
4 motifs	11	15,3
3 motifs	9	12,5
2 motifs	5	6,9

Le motif de consultation le plus fréquent toutes tumeurs confondues est représenté par les céphalées retrouvées chez 80,5 % des patients, suivies de flou visuel chez 79,2 % de nos patients, puis de vomissements chez 77,8 %. Cela représente un syndrome d'hypertension intracrânienne qui est le motif de consultation le plus répondu.

L'association des 5 symptômes en même temps touche 38 malades, soit 52,8 %.

9.2.1.10.3 Examen clinique

Tableau 20 : Répartition syndromique

Syndromes	Effectif	Pourcentage (%)
Syndrome d'HIC	56	77,8
Déficit moteur	46	63,9
- <i>Hémi-parésie</i>	22	47,8
- <i>Hémi-plégie</i>	22	47,8
- <i>Monoparésie</i>	2	4,3
Comitialités	18	25
Syndrome cérébelleux	1	1,4
Syndrome alterne	2	2,8
Aphasie	26	36,1

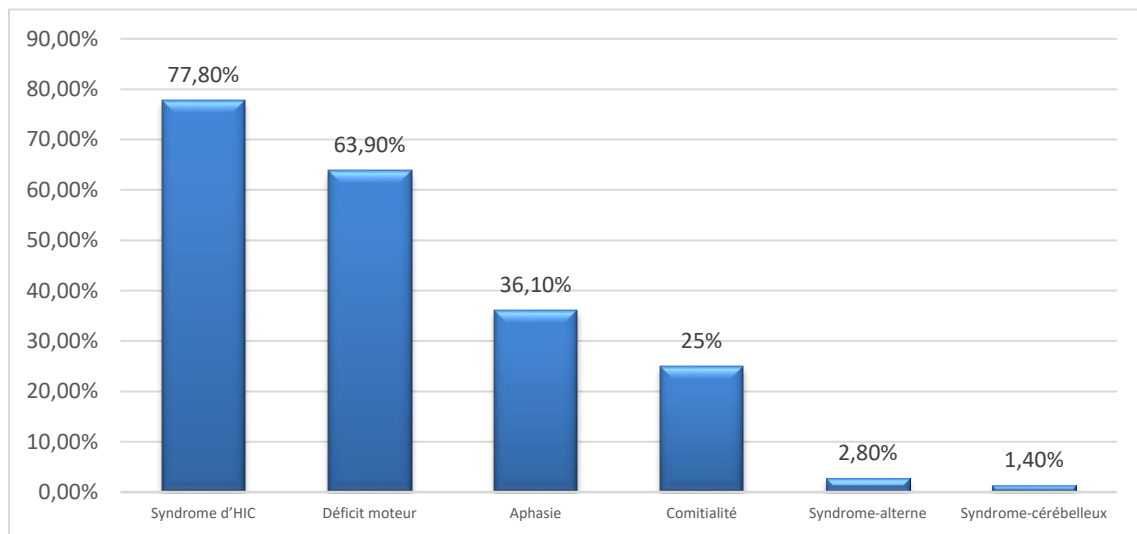


Figure 73 : Présentation clinique des malades dans notre série.

Le syndrome d'hypertension intracrânienne HIC a été observé chez 56 patients, soit 78,8 %. Le plus souvent, ce sont des patients qui se présentent pour des céphalées tenaces et qui se complètent tardivement par des vomissements et des troubles visuels, c'est le syndrome qui domine.

Le déficit moteur était observé chez 46 patients, soit 63,9 % réparti entre hémiparésie et hémiplégie d'une façon égale et 2 cas pour la monoparésie.

Autres signes neurologiques

- Les comitialités étaient retrouvées chez 18 malades, ainsi que l'aphasie chez 26 patients.
- Le syndrome cérébelleux était retrouvé chez un seul patient.

9.2.2 Données paracliniques

9.2.2.1 Tomodensitométrie cérébrale (TDM)

Étant donné que notre repérage est scannographique, tous nos patients ont bénéficié d'une tomodensitométrie cérébrale. La TDM cérébrale a été réalisée en coupe axiale de 05 mm d'épaisseur avec et sans produit de contraste.

9.2.2.2 Imagerie par résonance magnétique (IRM)

Dans notre série, tous les patients ont pu bénéficier d'une IRM cérébrale préopératoire.

IRM cérébrale est l'examen de choix. Il permet une meilleure analyse des dimensions des tumeurs et de ses rapports. L'exploration comprenait des coupes axiales, coronales et sagittales, des séquences pondérées en T1 avec des coupes axiales de 05 mm sans et avec injection de gadolinium et des séquences pondérées en T2.

TDM et/ou IRM ont permis de préciser la taille, le nombre de lésions, le siège et l'aspect permettant d'évoquer un diagnostic et d'orienter les malades vers le geste opératoire.

9.2.2.2.1 Taille de la lésion

Tableau 21 : Répartition des cas en fonction de la taille de la lésion

Taille de la tumeur	Effectif	Pourcentage (%)
<20 mm	1	1,38
20-30 mm	12	16,66
30-40 mm	25	34,7
40-50 mm	18	25,0
50-60 mm	13	18,05
>60 mm	3	4,2
Total	72	100,0

	N global
Taille de l'échantillon	72
Valeur la plus basse	<u>19</u>
Valeur la plus élevée	<u>62</u>
Moyenne	43,03
Écart type	10,03

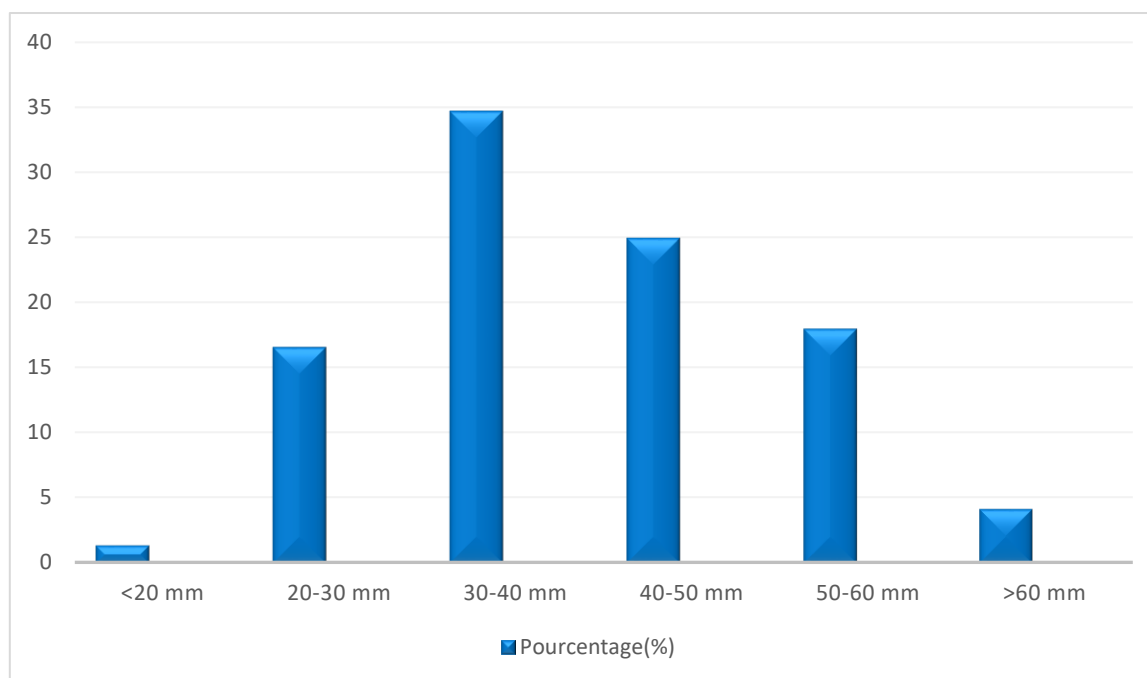


Figure 74 : Répartition des cas en fonction de la taille de la lésion.

Au moment du diagnostic, le diamètre de la lésion oscille entre 19 et 62 mm, avec une moyenne de 43,03 mm.

25 patients, ce qui équivaut à 34,7 %, présentent une tumeur dont la taille se situe entre 30 et 40 mm, tandis que 18 patients, soit 25 % des cas, ont des tumeurs mesurant entre 40 et 50 mm.

9.2.2.2.2 Nombre de lésions

Tableau 22 : Répartition des cas en fonction du nombre de la lésion

	Effectif	Pourcentage (%)
Unique	70	97,2
Double	1	1,4
Double sous et sus tentoriel	1	1,4
Total	72	100

Dans notre série, les lésions retrouvées à l'imagerie étaient uniques chez 70 patients (soit 97,2 %) et doubles chez 2 patients (soit 2,8 %). Un patient présente une double localisation sustentorielle et le deuxième malade présente une double localisation sus et sous tentorielle.

9.2.2.2.3 Siège des lésions

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

Tableau 23 : Répartition des cas en fonction du siège de la lésion

	Effectif	Pourcentage (%)
Temporal	16	22,20
Thalamique	16	22,20
Pariétal	15	20,80
Corps calleux	10	13,90
Frontal	9	12,50
Occipital	2	2,80
Temporal et cérébelleux	1	1,40
Tronc cérébral (mésencéphale)	1	1,40
Tronc cérébral (mésencéphalopontique)	1	1,40
Tronc cérébral (protubérance)	1	1,40
Total	72	100,00

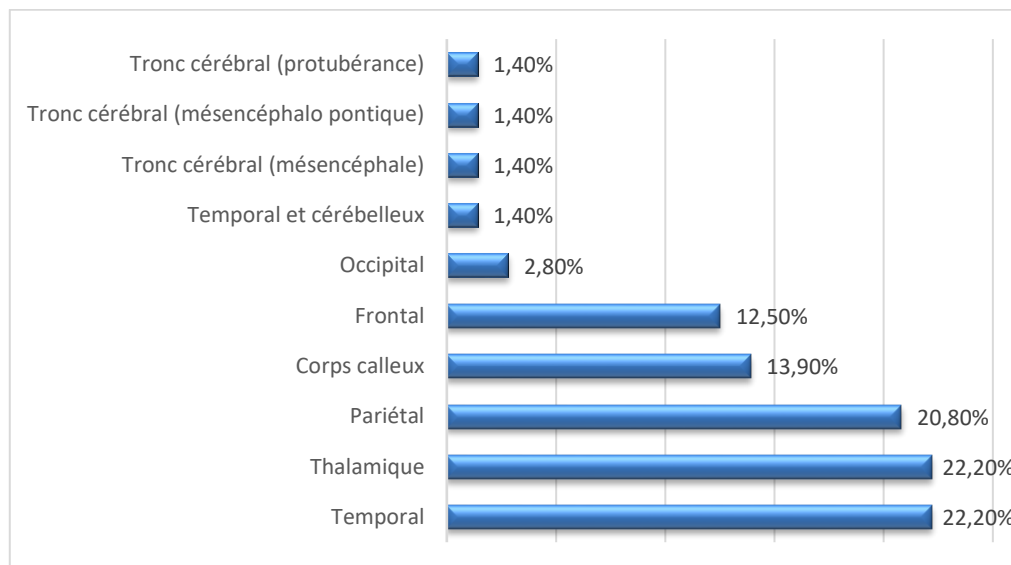


Figure 75 : Localisation des lésions à l'imagerie.

Les localisations temporales et thalamiques sont les localisations les plus retrouvées : elles sont observées chez 16 malades de chacune, soit 22,20 %, suivies par les processus de siège pariétal qui représentent 15 malades, soit 20,80 %. On note 3 tumeurs qui touchent le tronc cérébral.

9.2.2.2.4 Côté de la lésion

Dans notre série, les lésions retrouvées à l'imagerie étaient à droite chez 36 patients (soit 50 %) et à gauche chez 35 patients (soit 48,6 %) et une seule lésion médiane.

Tableau 24 : Répartition des cas en fonction du côté de la lésion

Coté	Effectif	Pourcentage (%)
Droit	36	50
Gauche	35	48,6
Médian	1	1,4
Total	72	100

9.2.2.2.5 Aspect des lésions

Tableau 25 : Répartition des cas en fonction de l'aspect de la lésion à l'imagerie

	Effectif	Pourcentage (%)
Nécrose	42	58,3
Œdème	68	94,4
Effet de masse	69	95,8
Rehaussement après injection de produit de contraste	63	87,5
Hydrocéphalie associée	6	8,3
Homogénéité		
- Hétérogène	48	66,7
- Homogène	24	33,3

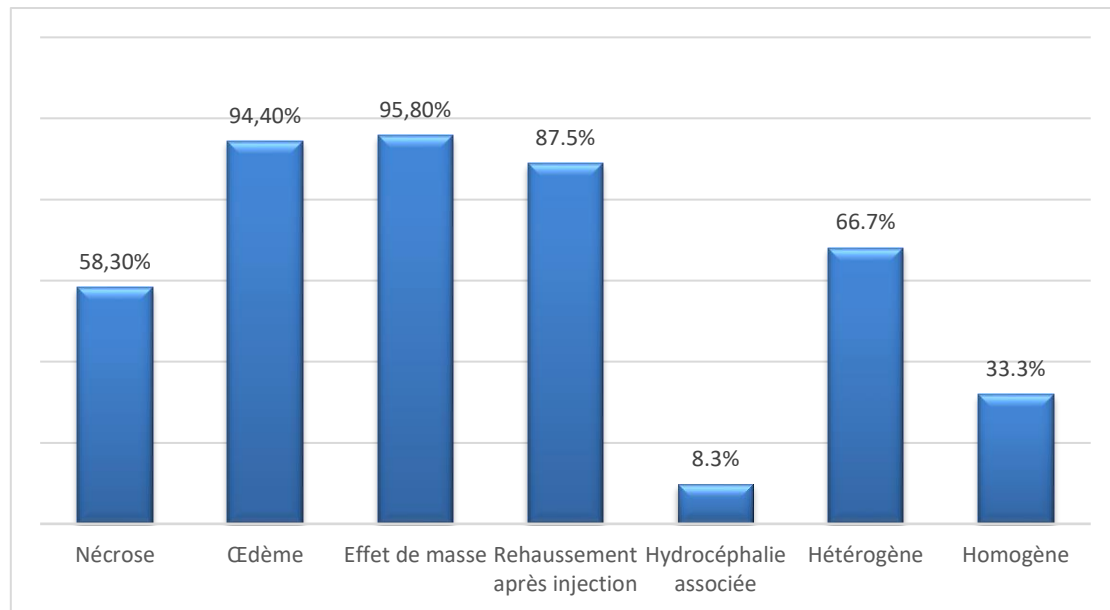


Figure 76 : Aspect des lésions à l'imagerie.

En imagerie, les lésions présentaient une hétérogénéité dans 66,7 % des cas et une homogénéité dans 33,3 % des cas. Le rehaussement après l'injection de produit de contraste était observé dans 87,5 % des cas, l'œdème dans 94,4 % des cas et une association avec une hydrocéphalie était présente dans 8,3 % des cas.

6 patients ont été diagnostiqués avec une hydrocéphalie active et ont été traités en urgence par la mise en place d'une dérivation ventriculo-péritonéale (DVP) afin de gérer l'hypertension intracrânienne (HIC).

La présence de nécrose intra tumorale a été observée dans 42 des tumeurs étudiées, ce qui représente 58,3 %.

9.2.3 Traitement médical

Avant l'intervention chirurgicale, tous les patients ont reçu un traitement anti-œdémateux à base de corticoïdes (Solumédrol 80 mg à 120 mg) et un traitement antiépileptique préventif (Gardénal 100 mg).

La prophylaxie antibiotique a été systématiquement administrée après l'intervention chirurgicale en utilisant une céphalosporine de troisième génération afin de prévenir les infections nosocomiales.

9.2.4 Type d'anesthésie

Le type d'anesthésie utilisé est local pour tous les patients (100 %).

9.2.5 Pénibilité de l'acte vécu par les patients

Tableau 26 : Répartition des cas en fonction de la tolérance au casque de stéréotaxie

	Effectif	Pourcentage (%)
Mal supporté	10	13,9
Supporté	62	86,1
Total	72	100

Le cadre de stéréotaxie a été bien toléré par 62 patients, ce qui représente 86,1 % de l'échantillon, tandis qu'il a été mal toléré par 10 patients, soit 13,9 %. Ces résultats sont directement liés à la préparation psychologique des patients avant l'intervention et à l'acceptation du casque par les patients.

9.2.6 Nombre de carottes

Tableau 27 : Répartition des cas en fonction du nombre de carottes prélevées

Nombre	Effectif	Pourcentage (%)
4	2	2,8
5	1	1,4
6	9	12,5
8	27	37,5
10	11	15,3
12	22	30,6
Total	72	100
Valeur la plus basse		4
Valeur la plus élevée		12
Moyenne		09,13
Écart type		02,32

Le nombre de fragments prélevés par patient au cours de l'intervention varie entre 4 et 12 fragments pour faire l'étude anatomopathologique avec une moyenne de 9,13.

Les patients où on a prélevé 8 fragments par geste opératoire étaient 27 malades, soit 37,5 %, suivis par 22 patients, soit 30,6 %, où on a retiré 12 fragments. Ça va augmenter les chances de trouver les cellules tumorales.

9.2.7 Complications per opératoire

Tableau 28 : Répartition des cas en fonction de complications per opératoire

	Effectif	Pourcentage (%)
Absence d'hémorragie	57	79,2
Hémorragie	15	20,8
Total	72	100

Pendant l'intervention chirurgicale, une hémorragie peropératoire a été observée chez 15 patients, ce qui représente 20,8 % des cas, et elle a été maîtrisée en utilisant du sérum salé isotonique, parfois entraînant l'arrêt du geste opératoire.

Dans 57 cas, ce qui représente 79,2 %, l'intervention s'est déroulée sans complications.

9.2.8 Évaluation clinique immédiate après l'acte

Après l'acte chirurgical, un examen clinique immédiat était fait pour tous nos patients à la recherche des complications cliniques post-opératoires.

Tableau 29 : Répartition des cas en fonction de l'apparition des signes cliniques post-opératoires

	Effectif	Pourcentage (%)
Stationnaire	57	79,2
Céphalée	7	9,7
Aggravation du déficit moteur	3	4,2
Trouble de la conscience	2	2,8
Aphasie	1	1,4
Vomissements	2	2,8
Total	72	100

57 patients étaient stationnaires, soit 79,2 %, 7 de nos patients présentaient des céphalées traitées par les antalgiques habituels. 3 patients avaient une aggravation du déficit moteur amélioré par l'utilisation des corticoïdes et 2 patients, soit 2,8 %, présentaient des troubles de la conscience récupérés par simples mesures de réanimation.

9.2.9 Histologie concluante (Fiabilité du geste)

Tableau 30 : Répartition des cas en fonction de la fiabilité du geste

	Effectif	Pourcentage (%)
Oui	69	95,8
Non	03	4,2
Total	72	100

L'étude anatomopathologique des fragments opératoires était concluante chez 69 patients, soit 95,8 %. Chez 3 patients, l'histologie était non concluante, dont deux patients ont été programmés pour une deuxième BST et un seul cas de biopsie non concluante.

9.2.10 TDM de contrôle

Faite pour tous les cas (100 %). 24 heures en post-opératoire.

Tableau 31 : Répartition des cas en fonction de l'image scannographique post-opératoire

	Effectif	Pourcentage (%)
Absence de complications	35	48,6
Clarté aérique	27	37,5
Hématome	6	8,4
Hémorragie intra ventriculaire	1	1,4
Hémorragie sur le trajet de la biopsie	1	1,4
Œdème	2	2,8
Total	72	100

Les hématomes représentent la complication la plus rencontrée dans notre série avec 6 cas (soit 8,4 %).

Moins fréquemment, nous avons détecté :

- 1 cas d'hémorragie intra-ventriculaire asymptomatique au scanner de contrôle avec une bonne évolution.
- 1 cas d'hémorragie sur le trajet de la biopsie.
- Deux cas d'œdème ont été détectés.
- 27 cas, soit 37,5 %, présentent une clarté aérique intra-tumorale, témoignant que les prélèvements étaient au sein des tumeurs.
- L'absence de complications se trouve chez 35 patients.

9.2.11 Examen anatomopathologique

Tableau 32 : Répartition des cas en fonction de la nature histologique

	Effectif	Pourcentage (%)
Tumeurs gliales	61	85,9
Métastase d'un adénocarcinome	4	5,6
Lymphome malin non hodgkinien à grande cellule	3	4,3
Tuberculome	2	2,9
Épendymome grade II	1	1,4
Total	71	100

Les tumeurs gliales représentent le type histologique le plus rencontré (soit 85,9 % des cas), ils sont répartis comme suit :

Tableau 33 : Proportions des différentes tumeurs gliales retrouvées dans notre série

Tumeurs gliales	Effectif	Pourcentage (%)
Gliome de bas grade	10	16,39
Oligodendrogliome	2	3,27
Oligoastrocytome	8	13,11
Astrocytome Anaplasique	12	19,67
Glioblastome	29	47,54
Total	61	100

Les glioblastomes constituent la variété tumorale la plus fréquente, ils touchent 29 patients de notre population, soit 47,54 %, suivis par les astrocytomes anaplasiques grade III par 12 malades, soit 19,67 %. Finalement, 2 patients seulement ont un oligodendrogliome.

Les métastases viennent en seconde position avec un chiffre de 4 cas (soit 5,6 %) où un bilan d'extension a été demandé basé sur la radiologie du thorax faite chez tous nos patients dès l'admission et une TDM thoraco-abdomino-pelvienne a été demandée à la sortie des patients.

Il s'agit de deux métastases d'une tumeur prostatique, d'une métastase d'un cancer du sein et d'un autre cas d'une métastase pulmonaire.

Le lymphome malin non Hodgkinien à grande cellule a été retrouvé chez 3 patients (soit 4,3%).

L'épendymome grade II était retrouvé chez une seule patiente, il s'agit d'une tumeur de la fosse cérébrale postérieure FCP.

Les tuberculomes cérébraux étaient retrouvés chez 2 malades, soit 2,9 %.

Tableau 34 : Répartition selon le type anatomopathologique de la lésion et sa localisation

	Épendymome		Lymphomes		Métastases		Tuberculome		Tumeurs gliales		
Siège_lésion	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	Total
Corps calleux	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14,08	10
Frontal	0	0	0	0	1	1,4	0	0	7	9,85	8
Occipital	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2,81	2
Pariétal	0	0	0	0	2	2,81	0	0	13	13,3	15
Temporal	0	0	1	1,4	0	0	2	2,81	13	13,3	16
Temporal et cérébelleux	0	0	0	0	1	1,4	0	0	0	0	1
Thalamique	0	0	2	2,81	0	0	0	0	14	19,71	16
Tronc cérébral (mésencéphale)	1	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Tronc cérébral (mésencéphalo pontique)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,4	1
Tronc cérébral (protubérance)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,4	1
Total	1	1,4	3	4,22	4	5,63	2	2,81	61	85,91	71

Tableau 35 : Répartition des tumeurs gliales en fonction du siège

Tableau croisé							
Effectif		Tumeurs gliales					Total
		Gliome de bas grade	Oligodendrogliome	Oligoastrocytome	Astrocytome Anaplasique	Glioblastome	
Siège	Temporal	4	1	4	0	2	11
	Thalamique	0	0	0	4	10	14
	Pariétal	2	1	2	0	6	11
	Corps calleux	0	0	0	3	7	10
	Frontal	3	0	2	2	2	9
	Occipital	0	0	0	2	2	4
	Tronc cérébral (mésencéphale)	1	0	0	0	0	1
	Tronc cérébral (mésencéphalo pontique)	0	0	0	1	0	1
	Total	10	2	8	12	29	61

Les astrocytomes anaplasiques et les glioblastomes sont de siège thalamique et au niveau du corps calleux. Les gliomes de bas grade et l'astrocytome anaplasique siègent au niveau du tronc cérébral.

Il y a une relation statistiquement significative entre le type anatomopathologique des tumeurs gliales (opérées par BST au niveau de notre service) et la localisation de ces tumeurs $p=0,028$.

Tableau 36 : Répartition des tumeurs gliales en fonction du sexe

Tableau croisé

Effectif

		Tumeurs gliales					Total
		Gliome de bas grade	Oligodendro gliome	Oligoastrocy tome	Astrocytome Anaplasique	Glioblastome	
Sexe	Femme	2	2	2	3	11	20
	Homme	8	0	6	9	18	41
Total		10	2	8	12	29	61

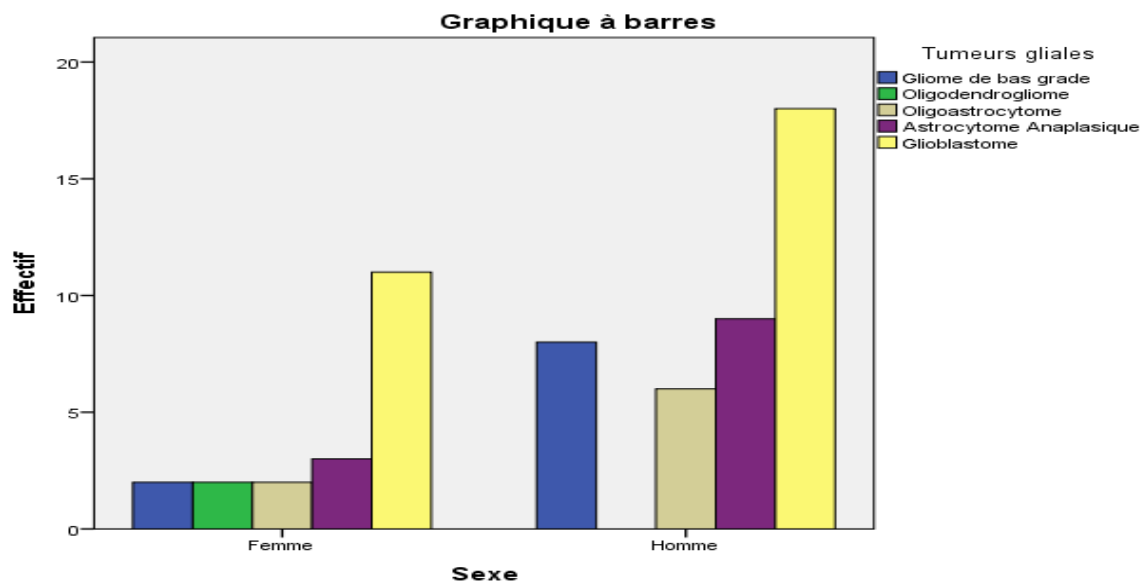


Figure 77 : Répartition des tumeurs gliales en fonction du sexe.

On observe la présence des glioblastomes chez les deux genres, suivis par les astrocytomes anaplasiques. Les oligodendrogliomes ne sont observés que chez les femmes.

Il n'y a pas une relation statistiquement significative entre le type anatomopathologique des tumeurs gliales (opérées par BST au niveau de notre service) et le sexe, $p=0,219$.

Tableau 37 : Répartition des tumeurs gliales en fonction d'âge

		Tableau croisé					
Effectif		Tumeurs gliales					Total
		Gliome de bas grade	Oligodend rogliome	Oligoastrocy tome	Astrocytome Anaplasique	Gliobla stome	
Tranche d'âge	[25-35 ans [	2	0	0	3	0	5
	[35-45 ans [	5	0	2	3	0	10
	[45-55 ans [	3	2	5	3	2	15
	[55-65 ans [	0	0	1	2	9	12
	[65-75 ans [	0	0	0	1	14	15
	≥75	0	0	0	0	4	4
Total		10	2	8	12	29	61

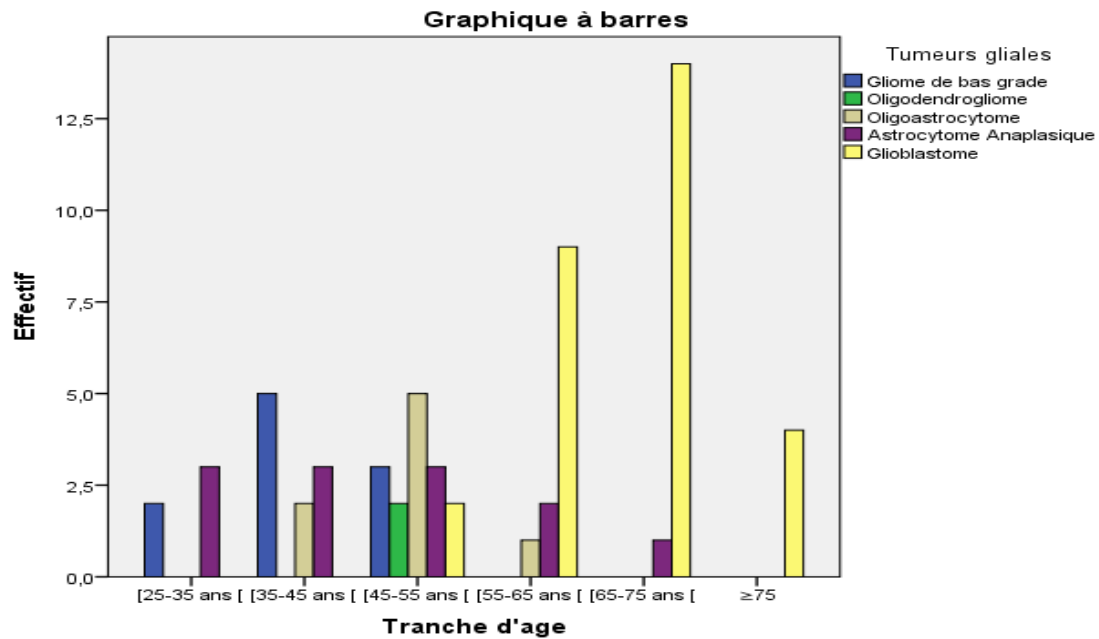


Figure 78 : Répartition des tumeurs gliales en fonction d'âge

Le pic de fréquence de ces tumeurs gliales est entre 45 et 55 ans et 65 et 75 ans. La première tranche d'âge est dominée par les oligoastrocytomes et la deuxième tranche est dominée par les glioblastomes.

Bilan d'extension

9.2.11.1 Radiographie du thorax

Réalisée chez tous les patients avant l'admission.

9.2.11.2 TDM thoraco-abdomino-pelvienne (TAP)

Aucun de nos patients n'a bénéficié de cet examen avant l'admission, elle a été demandée après le geste opératoire pour les 4 patients qui ont présenté une métastase cérébrale à la recherche de la tumeur primitive et la présence des autres localisations.

9.2.12 Mortalité et morbidité

9.2.12.1 Mortalité

Aucun décès directement lié au geste.

9.2.12.2 Morbidité

9.2.12.2.1 Complications en per opératoires

Représentées par l'hémorragie en per opératoire nécessitant l'arrêt du geste et un lavage abondant au sérum physiologique. Elles sont retrouvées chez 15 patients, soit 20.8 %.

9.2.12.2.2 Évaluation clinique immédiate

Un examen clinique se fait immédiatement après le geste de biopsie à la recherche d'une complication liée au geste opératoire. Ce tableau résume l'ensemble des complications cliniques post-opératoires.

	Effectif	Pourcentage (%)
Stationnaire	57	79,2
Céphalée	7	9,7
Aggravation du déficit moteur	3	4,2
Trouble de la conscience	2	2,8
Aphasie	1	1,4
Vomissements	2	2,8
Total	72	100

7 de nos patients présentaient des céphalées traitées par les antalgiques habituels. 3 de nos patients avaient une aggravation du déficit moteur amélioré par l'utilisation des corticoïdes et 2 patients présentaient des troubles de la conscience récupérés par simples mesures de réanimation.

9.2.12.2.3 Évaluation scannographique (TDM de contrôle)

Réalisée chez tous les patients dans les premières 24 heures qui suivent la biopsie, objectivant

	Effectif	Pourcentage (%)
Absence de complications	35	48,6
Clarté aérique	27	37,5
Hématome	6	8,4
Hémorragie intra ventriculaire	1	1,4
Hémorragie sur le trajet de la biopsie	1	1,4
Œdème	2	2,8
Total	72	100

Les hématomes représentent la complication la plus rencontrée dans notre série avec 6 cas (soit 8,4 %).

Moins fréquemment, nous avons détecté :

- 1 cas d'hémorragie intra ventriculaire asymptomatique au scanner de contrôle avec une bonne évolution.
- 1 cas d'hémorragie sur le trajet de la biopsie.
- Deux cas d'œdème ont été détectés.

9.2.13 Décision thérapeutique

Tableau 38 : Répartition selon la décision thérapeutique après la biopsie

	Effectif	Pourcentage (%)
Chimio-radiothérapie	36	50,7
Radiothérapie seule	28	39,43
Chimiothérapie seule	4	5,63
Anti tuberculeux	2	2,81
Chirurgie à ciel ouvert	1	1,4
Total	71	100

Radiothérapie (RTH) seule faite chez 28 patients.

Ce sont 20 patients qui présentent des glioblastomes, quels que soient leur siège et leur volume. Ils sont pris en charge par les radiothérapeutes qui préconisent un programme de traitement adjuvant de 55 à 60 Gry répartis en plusieurs séances de 1,8 Gry chacune.

8 cas de gliomes bas grades sont pris en charge par radiothérapie seule. Un autre cas de gliome bas grade a reçu la radiothérapie avant la biopsie stéréotaxique. Ce malade a été opéré à notre niveau avant la BST pour un méningiome malin. Ce malade est orienté d'emblée après la BST vers les oncologues pour faire la chimiothérapie.

1 cas de gliome bas grade est orienté vers la chirurgie à ciel ouvert, c'est le cas d'un jeune de 25 ans avec un gliome temporal, sans déficit moteur.

-Chimiothérapie (CTH) : prévue dans 4 cas.

Les 3 cas de lymphomes malins non Hodgkiniens, qui ont bien répondu à la corticothérapie préopératoire, sont confiés aux hématologues pour faire la chimiothérapie.

- Chimioradiothérapie : prévue dans 36 cas. Il s'agit de 55 à 60 Gry répartis en plusieurs séances de 1,8 Gry chacune, avec chimiothérapie témozolomide (Temodal) concomitante.

Ce sont 9 glioblastomes traités par chimioradiothérapie.

Les astrocytomes anaplasiques ont bénéficié du même protocole thérapeutique que le précédent.

1 cas d'épendymome grade II traité par chimioradiothérapie [69].

- Chirurgie à ciel ouvert : 1 cas.

– Antituberculeux : nous citerons 02 cas de tuberculomes traités par les antituberculeux.

Selon le schéma national [70] :

Pendant les 02 premiers mois : Rifampicine, isoniazide, pyrazinamide et éthambutol en prise quotidienne.

Les 07 mois suivants : Rifampicine, isoniazide en prise journalière. Suivi d'un contrôle IRM cérébrale. L'absence d'images, c'est-à-dire du nettoyage du foyer infectieux, implique un arrêt du traitement. Leur présence nécessiterait la poursuite du traitement pendant 03 mois supplémentaires.

Ces derniers ont été poursuivis jusqu'à 12 mois, car les 02 cas étaient toujours porteurs de lésions.

9.2.14 Évolution

9.2.14.1 Évolution à court terme

Aucune mortalité péri opératoire n'a été notée.

9.2.14.2 Évolution à moyen terme

Les patients atteints de glioblastome ont une courte espérance de vie et une qualité de vie altérée. Ils ont une durée de survie comprise entre 02 et 06 mois, en moyenne 04 mois. Ils sont traités essentiellement par la radiothérapie : 20 patients. Seuls 9 malades d'entre eux ont bénéficié de la chimiothérapie (Temodal) concomitante qui sera poursuivie si détérioration du statut neurologique. Il est à signaler que ces patients n'ont pas été opérés.

L'ensemble de ces patients sont décédés entre 03 et 04 mois après le diagnostic.

Les astrocytomes anaplasiques ont bénéficié du même protocole thérapeutique que le précédent, avec un pronostic moins sombre, lorsque la durée de survie est de 14 mois en moyenne, car sur les 12 patients, 5 sont toujours suivis en consultation externe depuis déjà 03 ans. Ces derniers ont tous reçu du Temodal. Sans oublier une patiente qui a présenté un astrocytome anaplasique du tronc cérébral opérée par BST en 2014 suivi d'une radiochimiothérapie, a présenté une augmentation du volume tumoral notée sur IRM cérébrale de contrôle 3 ans après, adressée après chez les oncologues pour une deuxième cure de chimiothérapie. Cette patiente est toujours suivie en consultation externe.

Les gliomes de bas grade sont de bon pronostic, et font l'objet d'une surveillance radiologique et clinique, et la place de la radiothérapie dans cette variété de gliomes reste une question largement débattue et non résolue à ce jour. En l'absence de résultat bénéfique documenté pour le traitement précoce, on préconise le report de cette dernière pour retarder les potentiels neurotoxiques. En cas de traitement, la dose est de 54 Gry en 27 fractions (05 fractions par semaine) ou 54 Gry en 30 fractions de 1,8 Gry, une fraction par jour.

Tout comme la radiothérapie, la place de la chimiothérapie est débattue, car la prise du témozolomide peut s'étaler sur une période de 24 mois répartie en 06 cycles maximum, et ce pour éviter le risque de fibrose pulmonaire et de toxicité hématologique.

Comme il n'y a pas d'attitude standard en matière de gliome de bas grade, il est indispensable à chaque évaluation semestrielle (clinique et radiologique) de disposer d'un avis multidisciplinaire spécialisé. Tous nos malades sont faits de radiothérapie.

Un de nos patients qui a présenté un gliome de bas grade (celui qui a été opéré pour un méningiome malin) est décédé 4 mois après la BST. 5 patients sont toujours suivis en consultation externe.

Parmi 03 lymphomes non hodgkiniens, une patiente est décédée 4 mois après la BST, les 2 autres sont confiés aux hématologues. Ils sont suivis régulièrement en consultation externe de neurochirurgie. Une première chimiothérapie a été mise en route, associant du méthotrexate à forte dose.

Parmi les 4 cas de métastases cérébrales, nous avons constaté que 2 patients avaient plusieurs localisations et 2 patients présentaient une seule et profonde localisation.

1 patient était atteint du cancer du poumon non opéré sur le plan thoracique, à cause de l'envahissement médiastinal.

Le deuxième cas, où une femme porteuse d'un adénocarcinome du sein a été opérée, suivie de chimio-radiothérapie, a rechuté.

Dans ces cas, le traitement à la radiothérapie améliore la qualité de vie en agissant sur les signes fonctionnels neurologiques. 40 Gry en 20 fractions avec irradiation encéphalique totale.

Deux métastases d'une tumeur prostatique adressées au service d'urologie puis en oncologie où une chimio-radiothérapie avec une hormonothérapie ont été préconisées.

Nous citerons 02 cas de tuberculome ayant bien réagi au traitement antituberculeux selon le schéma national. Ce dernier a été poursuivi jusqu'à 12 mois.

9.2.14.3 Courbe de survie de Kaplan-Meier

Pour estimer la moyenne de survie des glioblastomes opérés par une biopsie stéréotaxique et traités par un traitement adjuvant basé sur la radiothérapie seule ou par une radiochimiothérapie.

Tableau 39 : La durée de survie moyenne pour les glioblastomes

Moyennes pour la durée de survie				
Traitement adjuvant	Estimation	Erreur standard	Moyenne ^a	
			Intervalle de confiance à 95 %	
			Borne inférieure	Borne supérieure
Radiothérapie seule	4,244	,336	3,586	4,901
Radiochimiothérapie	5,000	,000	5,000	5,000
Global	4,513	,255	4,014	5,013

On a constaté que la durée moyenne de survie pour les glioblastomes opérés par BST et traités par radiothérapie seule est estimée à 4,244 mois, et la durée moyenne de survie pour les glioblastomes opérés par BST et traités par radiochimiothérapie est estimée à 5,000 mois avec un intervalle de confiance à 95 %.

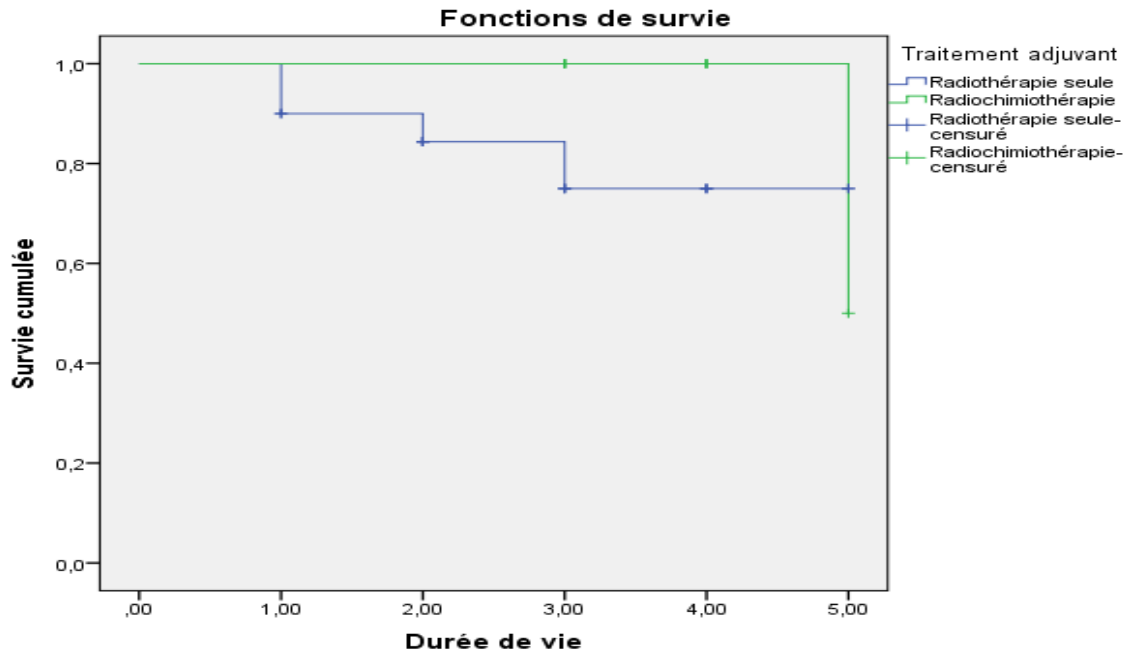


Figure 79 : Courbe de survie de Kaplan-Meier pour les glioblastomes

La distribution des durées de survie pour les glioblastomes opérés par biopsie stéréotaxique et traités par radiothérapie seule ou associée à une chimiothérapie est presque la même. Cette impression est confirmée par une valeur de p supérieure à 0,157 ($p > 0,05$), donc le type de traitement n'est pas significatif sur la survie des glioblastomes dans notre série.

9.3 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.

À la lumière de cette comparaison, nous essayerons de répondre à 2 questions capitales :

- Quels sont les facteurs intervenants 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 ?

9.3.1 Fréquence

La fréquence d'utilisation de la BST reste très disparate dans la littérature. Ceci est dû à plusieurs facteurs, entre autres aux indications de la technique selon les équipes ainsi qu'à l'expérience du service.

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

Tableau 40 : Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur période de recrutement

Auteurs	Période	Nombre de cas
Benabid et al. [40] (Série française 11 centres)	-	3052
Decq et al. [71] (Série française)	12 ans	678
Manrique et al. [72] (Série espagnole)	6 ans	200
Kanpolat et al. [73] (Série turque)	8 ans	130
Witte et al. [37] (Série belge)	11 ans	201
Torner et al. [74] (Série américaine)	13 ans	225
El Azhari et al. [75] (Série marocaine, CHU Ibn Rochd - Casablanca)	7 ans	351
Haddadi et al. [76] (Série algérienne)	21 ans	875
Notre série	6 ans	72

9.3.2 Âge

Tableau 41 : Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur âge

Auteurs	Année d'étude	Nombre de cas	Âges extrêmes (ans)	Âge moyen (ans)
Marcelo Paglioli	1993-2005	170	4 – 91	48,5
Sajid Nazir Bhatti	1999-2003	15	15 – 54	34,5
Mehmet Ersahm	1995-2010	190	2 – 82	46,6
Aylin Okcu Heper	1995-2003	130	7 – 82	46
Se-yi Chen	2006-2010	10	3 – 86	44,5
Notre série	2013-2018	72	17-87	52,77

Marcelo Paglioli, dans son analyse regroupant toutes les séries publiées depuis 1993 jusqu'à 2005 intéressant 170 cas de BST, décrit une moyenne d'âge de 48,5 ans [77].

Mehmet Ersahm, à propos de 190 cas, décrit un âge moyen de 46,6 ans [78].

Aylin Okcu Heper rapporte un âge moyen de 46 ans avec des extrêmes de 7 ans à 82 ans [73]. L'âge moyen de nos patients est de 52,77 ans (limites d'âge : 17 à 87 ans). Ainsi, nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

51 patients (soit 70,8 %) avaient l'âge supérieur à 45 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.

9.3.3 Sexe

Tableau 42 : Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur sexe

Auteurs	Nombre de cas	Hommes /Femmes	Sex-ratio
Marcelo Paglioli	170	102/68	1,5
Sajid Nazir Bhatti	15	9/6	1,5
Mehmet Ersahm	290	178/112	1,58
Aylin Okcu Heper	130	85/45	1,88
Notre série	72	47/25	1,88

Marcelo Paglioli rapporte 170 cas de BST dont 102 hommes et 68 femmes avec un sex-ratio H/F de 1,5 [77].

Mehmet Ersahm (290 cas) rapporte 178 hommes contre 112 femmes avec sex-ratio H/F 1,58 [78].

Aylin Okcu Heper (130 cas) dont 85 hommes contre 45 femmes avec un sex-ratio H/F 1,88 [73].

Dans notre série, on note une prédominance masculine de 47 hommes pour 25 femmes avec un sex-ratio H/F de 1,88. Ainsi, nos résultats rejoignent ceux de la littérature. La prédominance masculine est rapportée dans la plupart des séries.

9.3.4 Données cliniques

9.3.4.1 État général

Dans notre série, on a noté tous les patients avec un indice de Karnofsky qui varie entre 30 % et 90 %, soit une moyenne de 61,9 %.

Le tableau clinique est variable selon les études en fonction de la localisation tumorale ainsi que de la durée d'évolution des signes cliniques.

9.3.4.2 Symptomatologie clinique

9.3.4.2.1 Le syndrome HIC

Les patients se plaignent généralement de céphalées répétitives et tenaces. Ces céphalées ont rarement un caractère localisé, associé à des troubles visuels et à des vomissements à délais variables. Dans notre série, il est de l'ordre de 77,8 %, Oudrhiri rapporte 73,5 % des cas (208/283) [75].

Ainsi, nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

9.3.4.2.2 Le déficit neurologique

Dans notre série, elle était de 63,9 %, elle se rapproche de celle d'Oudrhiri qui rapporte 56 % des cas (158/283)[75].

9.3.4.2.3 Les comitialités

Dans notre série, elles étaient 25 %. Oudrhiri, sur une série de 285 patients opérés par biopsie stéréotaxique, rapporte que 18,02 % des cas présentent des comitialités [75].

9.3.5 Données paracliniques

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 100 % de nos patients, on a eu recours à une IRM cérébrale.

9.3.5.1 Taille de la tumeur

Oudrhiri, sur une série de 285 patients opérés par biopsie stéréotaxique, rapporte que la taille moyenne des processus mesurée sur IRM ou, au cas échéant, sur TDM, était de 37,5 mm en moyenne avec des extrêmes variant de 9 à 100 mm [75].

Au moment du diagnostic, la taille de la lésion varie entre 19 et 62 mm, avec une moyenne de 43,03 mm. Ainsi, nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

9.3.5.2 Localisation de la tumeur

Tableau 43 : Localisation tumorale dans quelques études par rapport à notre série

Auteurs	Nbr de cas	Frontale %	Pariétale %	Temporale %	Occipitale %	Pinéale %	Thalamique %	Localisations Multiples%	Corps Calleux %
Marcelo Paglioli	170	30	21,17	2,3	2,9	-	23,5	4,11	2,3
Mehmet Ersahm	290	7,2	14,1	10	2,8	2,8	11	2,5	6,6
Aylin Okcu Heper	130	12,3	30,7	3	3,8	4,6	29	-	6,1
Notre Série	72	1250	20,80	22,20	2,80	-	22,20	2,8	13,90

Marcelo Paglioli rapporte 170 cas de BST dont la localisation frontale représente 30 % des cas ainsi que le siège thalamique représente 23,5 % des cas [77].

Mehmet Ersahm (290 cas) dont la localisation pariétale représente 14,1 % des cas, suivi par le siège thalamique qui représente 11 % des cas [78].

Aylin Okcu Heper rapporte 130 cas de BST dont la localisation frontale représente 12,3 % des cas ainsi que le siège thalamique représente 29 % des cas [73].

Les localisations temporales et thalamiques sont les localisations les plus retrouvées : elles sont observées chez 16 malades de chacune, soit 22,20 %, suivies par les processus de siège pariétal qui représentent 15 malades, soit 20,80 %. On note 3 tumeurs qui touchent le tronc cérébral.

On ne peut pas comparer objectivement ces résultats.

Les localisations multiples sont observées dans 4,11 % pour la série de Marcelo Paglioli [77] et dans 2,5 % pour la série de Mehmet Ersahm [78].

Dans notre série, les lésions retrouvées à l'imagerie étaient uniques chez 70 patients (soit 97,2 %) et doubles chez 2 patients (soit 2,8 %). Nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

9.3.6 Cadres utilisés

Pour tous les patients, le cadre utilisé était de type **Micromar**.

Tableau 44 : Différentes séries publiées dans la littérature qui montrent les cadres stéréotaxiques utilisés.

Auteurs	Nombre de cas	Cadres utilisés
Marcelo Paglioli	170	HITCHCOCK
Mehmet Ersahm	290	LEKSELL (Electa, Suède)
Aylin Okcu Heper	130	RIECHERT-MUNDINGER(Allemagne)
Ching-Chang Chen	291	Cosman-Robert-Wells
Notre série	72	Micromar

Marcelo Paglioli, dans son analyse regroupant toutes les séries publiées depuis 1993 jusqu'à 2005 et intéressant 170 cas de BST, a utilisé un cadre type HITCHCOCK [77].

Mehmet Ersahm, à propos de 190 cas, a travaillé avec un cadre de BST type LEKSELL (Electa, Suède) [78].

Aylin Okcu Heper dans sa série de 130 cas a utilisé un cadre allemand de type RIECHERT-Mundinger (Allemagne) [73].

Ching-Chang Chen a travaillé sur une série de 291 patients tout en utilisant un cadre de type Cosman-Robert-Wells [79].

Dans notre série de 72 cas, on avait l'occasion d'utiliser un cadre brésilien type Micromar.

9.3.7 Positionnement du cadre

Pour tous les patients, le positionnement a été sustentorien, parallèle au plan orbito-méatal et symétrique.

9.3.8 Types d'anesthésie

La participation de l'anesthésiste-réanimateur à la méthodologie stéréotaxique contribue à la qualité des résultats en permettant une bonne sélection des patients et l'accès à une anesthésie, facilitant la tolérance de ces gestes longs et délicats tout en permettant le réveil pour une exploration neurophysiologique et clinique [80].

L'anesthésie locale avec sédation selon Danks RA est préférée, sauf pour les enfants et les patients non coopérants [81].

Une équipe propose la pose du cadre de stéréotaxie après réalisation d'un bloc des nerfs supra-orbitaires et des nerfs grands occipitaux, en alternative à l'infiltration du scalp [82].

Ces techniques d'anesthésie locale sont bien acceptées par les patients s'ils en ont reçu l'information.

Une prémédication par des tranquillisants et le réconfort apporté par la présence de l'anesthésiste peuvent suffire. Cependant, l'adjonction d'une sédation intraveineuse augmente le confort et atténue les poussées tensionnelles qui sont observées lorsque le cadre est posé sous anesthésie locale seul [83].

Les associations dropéridol-fentanyl ou diazépam-fentanyl ont été longtemps utilisées.

Elles ont montré une sécurité et une efficacité comparables [84].

Quand le patient n'a pas à être déplacé, sauf état général déficient, c'est l'anesthésie générale qui est choisie pour assurer confort et sécurité. Dans ce cas, l'intubation trachéale est induite avant la mise en place du cadre.

Tous les cadres de stéréotaxie peuvent interférer avec le maintien de la liberté des voies aériennes en limitant les mouvements du rachis cervical, surtout après fixation à la table de stéréotaxie (Talairach, Leksell, CRW, Riechert, Zamorano, etc.). Un matériel d'intubation difficile doit toujours être immédiatement disponible [85], [86]. Si la laryngoscopie est impossible, la fibroscopie bronchique reste la solution de choix après ventilation des poumons au masque ou utilisation d'un masque laryngé voire d'un CombitubeTM [85]. Une clef d'AllenTM doit toujours être disponible à portée de main pour dévisser la barre frontale du cadre de LeksellTM et/ou désolidariser le cadre de la table de stéréotaxie. Son utilisation ne doit se faire qu'en dernière intention, car toute modification de position du cadre peut induire des erreurs dans les calculs stéréotaxiques.

Dans notre série, on a utilisé :

- Lors de la pose : anesthésie locale.
- Lors de la BST : anesthésie locale avec une sédation.

9.3.9 Repérage guidé par TDM

Tous les patients ont bénéficié d'un repérage scannographique avec :

- Coupes : axiales
- Épaisseur : 5 mm.

9.3.10 Repérage guidé 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 pour réaliser des IRM 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 scannographique à visée biopsique est reconnu comme peu fiable (tumeur d'apparence nécrotique, par exemple).

Kelly a dans cette optique bien démontré l'intérêt d'intégrer l'IRM 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 hyper-intenses en T1 apparaissent moins spécifiques, pouvant correspondre aussi bien à du tissu tumoral proprement dit qu'à du parenchyme cérébral infiltré de cellules tumorales isolées [87].

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié de ce repérage (notre matériel dépourvu de localisateurs pour faire le repérage par l'IRM).

Matthew J. McGirt a comparé dans une étude de 43 patients les résultats d'une résection tumorale de gliomes après une BST guidée par l'IRM.

Un accord de 96 % aurait été observé entre la biopsie et la résection en évitant les zones de nécrose.

Candice et al ont comparé les résultats d'une résection tumorale après BST guidée par scanner aboutissant à un accord de 92 % dans les tumeurs non astrocytiques (12 cas), mais seulement à un accord de 61 % en 13 tumeurs astrocytaires [88].

Jackson et al ont récemment comparé une série de 82 gliomes ayant subi une résection après BST guidée par scanner, étude qui a démontré seulement un accord de 51 %, ce qui a conduit à une prise en charge erronée dans 33 % des cas [89].

Oudrhiri, sur une série de 285 patients opérés par biopsie stéréotaxique, rapporte 23 cas repérés par IRM. Dans tous ces cas, la BST fut concluante sans aucune complication. Aucun décès n'est survenu lors d'une BST en conditions IRM.

9.3.11 Intérêt de la fusion scanner-IRM

Dans la série d'Aylin Okcu Heper (130 cas), la fusion a été réalisée chez 33 cas présentant des lésions adjacentes à des zones critiques du cerveau : région pinéale, tronc cérébral, scissure sylvienne, troisième ventricule, vascularisation tumorale [73].

9.3.12 Tomographie par émission de positons

Certaines équipes ont développé 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 [90].

9.3.13 Types d'aiguilles de biopsie

Tableau 45 : Aiguilles de biopsie utilisées par quelques auteurs

Auteurs	Nombre de cas	Aiguille de biopsie
Marcelo Paglioli [77]	170	Sedan 2 mm de diamètre
Sajid Nazir Bhatti [91]	15	Biopseur de 14 mm
Mehmet Ersahm [78]	290	Aiguille de spirale type Backlund 1,05 mm
Aylin Okcu Heper [73]	130	Streiker-Leibinger 1,4 mm
Notre série	72	Aiguille de sedan 2,5 mm/19 cm

Bien que l'expérience du pathologiste soit le facteur le plus important dans le rendement diagnostique, la petite taille des échantillons peut être reconnue comme un inconvénient majeur de la BST [72], [92]. D'autre part, la taille et la forme des échantillons obtenus à partir de la BST semblent être en corrélation inverse avec le taux de morbidité et de mortalité.

Il y a plusieurs types d'instruments de biopsie : coupe à pincés, aiguilles de spirale, instruments de découpe côté et dispositifs de base des aiguilles.

Aiguilles de spirale et instruments de coupe ont un risque plus élevé de morbidité, bien que le succès des dispositifs de basse aiguille dépende de la texture du tissu [73].

Les pincés à biopsie semblent être les plus utiles et les moins risquées. Plusieurs types et tailles sont disponibles sur le marché.

Aylin Okcu Heper, dans son étude (130 cas), a utilisé des dispositifs de petites tailles et a conclu que la taille et la forme des pincés peuvent avoir contribué à la baisse du taux de complications. En outre, le taux de diagnostic concluant a été élevé dans son étude, malgré la petite taille des échantillons, parce que les biopsies ont été prises selon un échantillonnage de type rosette étagé, ce qui a fourni la possibilité d'évaluer les différentes parties des lésions [93].

9.3.14 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 [94], [95].

Sur 184 prélèvements biopsiques, Greene retrouve que les hypodensités centrotumorales (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 péri lésionnelle, 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 [96].

Ces différentes données sont confirmées par les travaux sur les corrélations entre les études anatomopathologiques post-mortem et les images scannographiques [97].

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 péri-lésionnelles.

9.3.15 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 déterminés 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.

9.3.16 Biopsie et nombre de carottes

Selon la littérature, les prélèvements doivent être pris au différent site et plan de la tumeur, ce qui permet de fournir des informations et un diagnostic plus exact.

Daumas-Duport insiste sur l'intérêt des biopsies étagées qui permettent de préciser la configuration spatiale des tumeurs [80], [98]. Ce principe, que nous avons appliqué, nous a permis d'obtenir un taux de fiabilité très satisfaisant dès la première procédure. Les prélèvements peuvent être étagés le long de la trajectoire, en laissant un intervalle de 2 mm entre chaque site de biopsie.

Marcelo Paglioli avec sa série de 170 patients a pratiqué des prélèvements entre 6 à 10 [77], par contre chez Aylin Okcu Heper (130 BST) le nombre de carottes était de 2 à 24 [99].

Ching Chang Chen avec sa série de 291 patients a réalisé entre 02 à 04 carottes par malade [96].

Dans notre série, le :

- Ce type d'échantillonnage utilisé était en rosette et étagé.
- Nombre de carottes : varie de 04 à 12 avec une moyenne de 09.

Tableau 46 : Différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de carottes prélevées par biopsie

Auteurs	Nombre de cas	Nombre de carottes
Marcelo Paglioli [100]	170	06 à 10
Mehmet Ersahm [101]	290	Plusieurs prélèvements
Aylin Okcu Heper [99]	130	02 à 24
Ching Chang Chen [96]	291	02 à 04
Notre série	72	04 à 12

9.3.17 TDM de contrôle

Kelly ne recommande pas l'utilisation systématique de TDM après la BST, cependant un scanner peut être requis lorsque le saignement est suspecté au cours de la procédure [99].

Yu et al ont signalé l'utilisation systématique de TDM post-biopsie pour écarter d'éventuels saignements postopératoires. Kondziolka et coll et Lunsford et coll ont utilisé régulièrement le scanner pour objectiver les hémorragies asymptomatiques après biopsie [99], [102], [103], [104].

Dans notre série, la TDM de contrôle est réalisée chez tous nos patients objectivants.

- Clarté aérique au niveau du site biopsique dans 27 cas.
- Hémorragie minime au niveau du site biopsique dans 06 cas.
- Un cas d'hémorragie intra-ventriculaire et 1 seul cas d'hémorragie sur le trajet de la biopsie.

9.3.18 Fiabilité de la BST

La série française de 1985 représente la plus grande série mondiale publiée sur les biopsies stéréotaxiques, regroupant 11 centres et 3 052 cas. La biopsie était négative (cible manquée) dans 1 à 15 % des cas, et imprécise (résultat faux ou incertain) dans 1 à 27 % des cas.

La corrélation entre le résultat histologique de la biopsie et celui de la pièce opératoire (en cas d'exérèse secondaire) s'est avérée bonne dans 60 à 93 % des cas [40].

La fiabilité de la BST est variable dans la littérature. Ainsi, Chandrasoma a rapporté une série de 30 patients ayant eu une exérèse chirurgicale après une biopsie stéréotaxique. Il y a eu une parfaite corrélation entre les résultats histologiques dans 19 cas sur 30 (63 % des cas). Il y a eu 2 cas de véritable erreur de diagnostic (6,6 % des cas). Dans 9 cas, le diagnostic s'est avéré simplement imprécis [88].

Dans notre série, l'étude anatomopathologique des fragments opératoires était concluante chez 69 patients, soit 95,8 %. Chez 3 patients, l'histologie était non concluante, dont deux patients ont été programmés pour une deuxième BST et un seul cas de biopsie non concluante. Nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

Tableau 47 : Pourcentage du diagnostic de certitude selon quelques études

Auteurs	Nombre de cas	Diagnostic de certitude (%)
Marcelo Paglioli et al [77]	170	92
Sajid Nazir Bhatti [91]	15	93,3
Mehmet Ersahm [105]	290	95,5
Aylin Okcu Heper [73]	130	99,23
Ching Chang Chen [79]	291	90,64
Douglas Kondziolka [104]	40	95
Jesu's Vaquero et al [72]	200	93
Se-Yi Chen [106]	10	100
Masamitsu Nishihara [107]	58	99,8
Notre série	72	95,8

Les facteurs de fiabilité sont :

- 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.

- 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.

- Techniques d'imagerie multimodale (spectro-IRM, TEP)

Le recours à certaines de ces techniques d'imagerie sophistiquées pourrait améliorer le rendement d'une biopsie stéréotaxique.

- Qualité des fragments biopsiques

Il est logique également qu'il y ait plus de chance d'avoir un diagnostic histopathologique correct lorsque les fragments sont multiples et de grande taille, ce qui facilite l'étude anatomopathologique, mais ceci reste limité par 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 9 biopsies.

9.3.19 Examen anatomopathologique

9.3.19.1 Examen extemporané

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

- L'absence d'examen extemporané systématique au début de l'expérience.

Dans la littérature, la discordance entre les résultats de l'examen anatomopathologique extemporané et définitif varie entre 5 % et 38,46 %. La présence de nécrose massive et la petite taille des biopsies sont les causes de discordance les plus rapportées dans différentes études (références).

El Khamlichi [97], 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 :

33 cas, soit 82,5 %, ont un diagnostic à l'étude anatomopathologique extemporanée et définitive identique.

6 cas, soit 15 %, ont un diagnostic à l'étude anatomopathologique extemporanée et définitif différent.

1 cas, soit 2,5 %, a un examen extemporané non fait, avec un résultat définitif non concluant.

9.3.19.2 Résultats histologiques non concluants

En ce qui concerne, l'étude multicentrique de Benabid en 1985 [40] a eu entre 1 et 15 % de biopsies non concluantes en condition CT Scan et Ostertag en 1980 a retrouvé 8,6 % de biopsies non concluantes en condition CT Scan. Par contre, Rachinger rapporte 15 % de biopsies non concluantes en condition IRM [39], [40].

Nous avons enregistré 1 biopsie non concluante, soit environ 1,38 %.

Nos résultats sont meilleurs que ceux de la littérature.

Dans la série de DECQ [108], 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 trop important (diagnostic de nécrose sans orientation diagnostique), et une 2e biopsie a 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).

9.3.19.3 Résultats histologiques concluants

- À propos du site de la biopsie

Pour obtenir des résultats concluants, il est primordial d'avoir des micro-fragments biopsiques de bonne qualité et surtout de les prélever dans la masse tumorale et non à la périphérie de cette lésion.

Le prélèvement doit se faire dans la zone de prise de contraste à la TDM et l'IRM qui

Correspondrait à la masse tumorale. Monsaingeon [109] Kelly et Daumas-Duport [95] Greene [96], Menei P [110], Hobbs Sk [111] Sramka [112].

L'ensemble de ces expériences nous a permis d'atteindre un diagnostic histologique dans 100 % des cas. En condition IRM, est déterminée une meilleure individualisation entre parenchyme cérébral sain et pathologique.

- À propos du type histologique

Différents types histologiques ont été rapportés dans la littérature.

Nous citerons l'étude d'oudrhiri [75] qui a trouvé 59 % de lésions gliales, 14,2 % de métastases, 11,6 % de tuberculomes et 6 % de lymphome.

Celle de James C. Torne [100] a conclu en 44,4 % de lésions gliales, 12,9 % de métastases contre 11,6 % de lymphomes et 0 % de tuberculomes.

L'étude de Decq a montré 70 % de tumeurs gliales, 6 % de métastases et 5 % de lymphomes [108].

L'étude d'El Khamlichi qui a trouvé 65 % de tumeurs gliales, 12,5 % de métastases, 12,5 % de lymphomes et 5 % de tuberculomes [97].

La comparaison de notre étude dans laquelle nous avons relevé 85,9 % de lésions gliales, 5,6 % de métastases, 4,3 % de lymphomes et 2,9 % de tuberculomes.

- À propos du grading histologique

L'étude de Walter A. Hall [113] a donné 46 % de lésions malignes contre 39 % de lésions bénignes et 23 % non précisées.

Sedan R lui a retrouvé 45 % de lésions malignes, 35 % de lésions bénignes et 20 % de lésions non tumorales [114].

Dans notre série, 50 % sont représentés par les lésions malignes, contre 31,94 % de lésions bénignes et 16,66 % de lésions de grade intermédiaire.

Nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

9.3.20 Cas particuliers des tumeurs du tronc cérébral

9.3.20.3 Selon la technique d'approche

Du fait de sa situation particulièrement difficile d'accès et de sa complexité structurelle, la biopsie stéréotaxique du tronc cérébral est très dangereuse, c'est pour cette raison que le choix de son approche doit être bien discuté.

[53], [54]. En 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 [44]. 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 trocars de faible diamètre (1,5 mm pour Hood) [44].

Les lésions latérales du tronc cérébral ou les lésions des hémisphères cérébelleux sont habituellement abordées par voie transcérébelleuse sous-occipitale [54], [55], le patient étant positionné en décubitus ventral ou latéral. La voie transtentorielle, d'abord dans la région pariéto-occipitale, a été préconisée par Apuzzo [56] ; cette technique, qui fait courir le risque d'hémorragie lors de la pénétration du trocart au niveau du cortex cérébelleux, semble très rarement utilisée.

Nader Sanai Md [115], sur une série de 14 patients et sous anesthésie locale, a réparti son étude comme suit : 13 patients ont été abordés par voie transcérébelleuse en position demi-assise et une seule par voie transfrontale.

Rajshekhhar et Chandy [116] dans une étude de 72 cas de lésions du tronc cérébral, seuls 2 cas ont été réalisés par la voie transcérébelleuse en position demi-assise.

Notre étude prospective a concerné 3 biopsies stéréotaxiques du tronc cérébral qui ont été faites par voie transfrontale.

9.3.20.2 Selon le diagnostic histologique

Il est important de noter que dans la littérature, Sanai [115] et Steck et Friedman [117] sur une série de 24 patients ont eu tous les 2 une seule et unique étude histologique non concluante.

Pour notre part, le diagnostic histologique a été posé dans tous les cas.

En comparaison avec la littérature, nos résultats sont encourageants.

9.3.20.3 Selon la nature des lésions

Les gliomes dominent par leur nombre les lésions du tronc cérébral. Nos résultats concordent avec ceux de la littérature puisque Sanai [115] a retrouvé 04 gliomes infiltrant, 03 métastases, 02 lymphomes et une encéphalite.

9.3.20.4 Selon la mortalité

La littérature a rapporté de meilleurs résultats que les nôtres, puisque seule l'étude Steck J. Friedman [117] a rapporté 1 (0,24 %) décès sur 24 patients.

Aucune autre série n'a rapporté ces chiffres.

En revanche, notre équipe a déploré 0 décès.

9.3.21 Cas particuliers des tumeurs de la région pinéale

Les **tumeurs de la région pinéale peuvent être** abordées par voie orthogonale latérale ou en double obliquité (antérieure ou postérieure) [50]. La voie en double obliquité antérieure (abord frontal précoronal 3 cm 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 et paraît plus importante que dans les autres localisations.

Les résultats de la littérature reflètent la dangerosité de cette région. Régis [118] dans une étude randomisée de 15 centres, a relevé 5 décès sur une série de 370 cas, soit 1,3 %.

Notre étude a porté 0 cas de processus de la région pinéale.

Malgré ces taux de mortalité, la biopsie stéréotaxique reste le principal moyen de diagnostic des tumeurs de la région pinéale.

9.3.22 Incidents (morbidité et mortalité)

Grâce à la précision des procédures, la fréquence des complications per- et postopératoires est faible : 1 % de morbidité, 0,2 % de mortalité selon une étude rétrospective concernant 500 dossiers [119].

Les incidents per opératoires à redouter sont surtout représentés par l'inconfort du patient lorsque l'intervention se prolonge. Des crises d'épilepsie sont possibles lors de la coagulation de la dure-mère ou du cortex sous-jacent [119].

Selon l'étude de Kaakaji, qui concerne 269 patients, un saignement per opératoire est observé dans 7 % des cas. Un hématome visible à la TDM cérébrale n'est cependant retrouvé que chez 11 patients [120].

Les complications postopératoires sont essentiellement représentées par les accidents hémorragiques : hématomes intracérébraux, hématomes sous-duraux. Un hématome extradural consécutif à la mise en place du cadre peut exceptionnellement survenir et nécessiter son évacuation en urgence. Ces complications surviennent surtout dans les huit premières heures. La surveillance des patients doit donc être intensive pendant cette période.

Sawin et McGirt ont signalé que les lésions profondes, telles que celles survenant dans les noyaux gris centraux, du thalamus et du tronc cérébral, sont des facteurs de risque associés à BST [74], [121].

Toutefois, d'autres séries n'ont montré aucune preuve d'association entre l'augmentation du taux global de complication et la localisation des lésions [87], [122].

Étant donné que les néovascularisations ou les vaisseaux anormaux sont souvent retrouvés dans les tumeurs, ils sont par conséquent associés à une augmentation du risque hémorragique [94], [103], [111], [112], [113].

Ching Chang Chen dans son étude a conclu que la BST chez les patients cirrhotiques nécessite une prudence en raison de l'augmentation du risque hémorragique (40 % de complication).

Dans notre série, aucune mortalité per et/ou post-opératoire n'a été notée.

Tableau 48 : Résumé des différentes études rapportant des taux de mortalité et de morbidité associés à la BST

Auteurs	Année de publication	Nombre de cas	Morbidité (%)	Mortalité (%)
Osertag et al [125]	1980	302	3,3	2,3
Edner [126]	1981	345	2,9	0,9
Sedan et al [114]	1984	318	4,7	0,6
Mundinger [127]	1985	815	3,0	0,6
Apuzzo et al [119]	1987	500	1,0	0,2
Davis et al [128]	1987	439	0,4	0,2
Blaauw et al [129]	1988	243	4,1	0,4
Kelly [95]	1989	226	9,3	0,4
Thomas et al [130]	1989	300	4,7	0,3
Wild et al [131]	1900	200	6,0	1,0
O'Neill et al [132]	1992	259	6,5	3,3
Voges et al [133]	1993	338	1,2	0,6
Bernstein et al [134]	1994	300	4,7	1,7
Grunert et al [135]	1994	200	3,0	1,0
Regis et al [118]	1996	370	7,3	1,3
Nicolato et al [136]	1997	200	17,2	2,4

Sawin et al [74]	1998	225	4,9	0,4
Yu et al [137]	2000	550	7,8	0,0
Field et al [138]	2001	500	9,6	0,2
Kreth et al [139]	2001	345	3,1	0,0
Ulm et al [140]	2001	200	2,5	0,0
Kim et al [99]	2003	300	3,9	0,6
Grossman et al [141]	2005	355	-	0,6
McGirt et al [142]	2005	270	13,0	1,0
Ferreira et al [77]	2006	170	2,9	1,3
Dammers et al [52]	2008	391	3,8	1,5
Teixeira et al [143]	2009	176	6,4	0,6
Chen et al [79]	2009	299	4,35	1,34
Dammers et al [144]	2010	465	2,7	3,7
Ersahin et al [105]	2011	290	2,9	0,8
Notre série	-	72	11,11	0,0

Facteurs de morbidité

- 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 péri lésionnel ou une hémorragie intra parenchymateuse sont moins bien tolérés au voisinage du thalamus, des ganglions de la base ou du tronc cérébral qu'au niveau de la substance blanche lobaire de l'hémisphère non dominant. Ils sont donc plus susceptibles de provoquer un dysfonctionnement neurologique.

Bouvier [145] a noté une incidence de 26 % de déficit neurologique après biopsie stéréotaxique des lésions périrolandiques.

Frank [16] a 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 [44] ont présenté un déficit neurologique après biopsie du tronc cérébral.

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

En revanche, le nombre de patients ayant présenté une morbidité liée au geste est majoritaire dans la localisation : thalamique, noyaux gris centraux, pinéale, mésencéphalique et au niveau du pons.

Depuis, la stratégie thérapeutique ainsi que les modalités techniques de la BST ont été modifiées dans la région pinéale : une angioIRM 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 [75].

➤ 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 rapporte que, sur 9 patients qui ont présenté des complications hémorragiques, 6 avaient des gliomes malins [74].

Bernstein suppose que les lésions malignes comme les **lymphomes** et gliomes malins seraient 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 [134].

✓ Aspects techniques

Torner 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 la sécurité de la procédure en fournissant une rétroaction immédiate quant à savoir si les biopsies supplémentaires doivent être effectuées [74].

Dans notre expérience, nous avons réalisé en moyenne 9 tentatives biopsiques chez chaque patient. 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

Bellakhdar rapporte 3 décès suite à une BST chez des patients, dont le score de Glasgow, préopératoire était ≤ 7 [75].

- La présence d'un processus malin extracrânien.
- L'hypertension et du diabète sucré.
- 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 microvasculaires 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.

Dans notre série et pour minimiser ce risque, les agents antiplaquettaires ont été interrompus au moins une semaine avant le geste (remplacés par des 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.

Sawin rapporte un cas de méningite à *E. coli* en post-procédure chez un patient qui avait reçu auparavant 6 mois de traitement par dexaméthasone [100].

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 induits par une exposition chronique à des niveaux supraphysiologiques 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 [39].

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 péri-lésionnel.

En effet, il est possible que l'effet protecteur de la dexaméthasone périopératoire (qui limite l'œdème cérébral) soit atténué par l'administration prolongée de corticostéroïdes, en raison 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 intracellulaires [7]. Une telle réduction dans les récepteurs peut diminuer la réponse physiologique à un agent donné à toute dose.

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

9.3.23 Évolution des lésions

Dans la littérature, Coffey [146] a rapporté une survie de 7 mois pour les glioblastomes et 15 mois pour les astrocytomes en fin de radiothérapie.

Nous avons comparé la survie des glioblastomes et des astrocytomes anaplasiques qui ont bénéficié d'une radiothérapie avec une dose comprise entre 55 Gry et 60 Gry.

Pour les premiers, elle ne dépasse pas les 04 mois, en revanche les seconds à composante kystique lobaire peuvent atteindre les 02 ans et plus.

On peut dire que nos résultats concordent avec ceux de la littérature, et pour conclure sur la base de ces résultats, on peut dire que la chirurgie réductrice n'a aucun effet statistiquement significatif sur la survie.

Ce tableau montre l'espérance de vie pour les patients qui présentent des tumeurs gliales [147].

Tableau 49 : L'espérance de vie pour les patients qui présentent des tumeurs gliales.

Type de tumeur (grade OMS), caractéristiques moléculaires	Espérance de survie médiane
Gliomes de bas grade	
Astrocytome pilocytique (grade I)	> 15 ans
Astrocytome (grade II) IDH muté	7-10 ans
Astrocytome (grade II) IDH non muté	3-5 ans
Oligodendrogliome LOH1 p/19 q	>15 ans
Gliomes de haut grade	
Astrocytome anaplasique (grade III)	3,5 ans
Astrocytome anaplasique (grade III), absence de LOH1 p/19 q	3-5 ans
Astrocytome anaplasique (grade III), de LOH1 p/19 q	>10-15 ans
Glioblastome (grade IV) MGMT non méthylé	13 mois
Glioblastome (grade IV) MGMT méthylé	23 mois

Marqueurs moléculaires :

IDH : iso citrate déshydrogénase

LOH1 p/19 q : c'est la perte génétique du fragment de chromosome. 1 p/19 q

MGMT : 06 – Méthylguanine-méthyltransférase

9.3.24 Endoscopie et stéréotaxie

La chirurgie endoscopique est réalisée sous anesthésie générale. Le contrôle visuel offert par cette voie nous permet d'éviter les lésions des structures anatomiques et réduit le risque hémorragique, car ce dernier rend la visibilité du champ opératoire très difficile s'il survient.

Généralement sous anesthésie locale, la chirurgie stéréotaxique permet d'atteindre la cible par le biais d'une minime voie d'abord, après une planification de la trajectoire.

On peut dire que la chirurgie stéréotaxique nous permet d'aller là où on veut et la chirurgie endoscopique nous permet d'aller là où on voit.

D'après **THOMAS M** [148], les 02 méthodes fournissent une option thérapeutique sûre et efficace dans les lésions périventriculaires avec une faible morbidité liée au geste.

9.3.25 À propos de la biopsie sans cadre

C'est « la stéréotaxie sans cadre » [61], [62], [63] ou de « neuronavigation ». Si une telle approche peut facilement se concevoir en cas de lésions volumineuses, situées à distance de zones fonctionnelles, il faut rester très prudent en cas de lésions développées aux dépens de la ligne médiane, que ce soit à la partie antérieure ou à la partie postérieure du troisième ventricule, en raison de la richesse de l'environnement vasculaire [64], [65].

Les risques anatomofonctionnels sont tels qu'il est nécessaire d'assurer une extrême précision de l'ensemble du repérage anatomique, lui-même sous-tendu par la fiabilité des marqueurs placés sur le scalp.

Mais, à ce jour, une validation des techniques s'avère indispensable avant d'affirmer avec certitude l'intérêt, notamment dans un contexte de lésions développées aux dépens de structures fonctionnelles ou profondes [65], [66].

Un point important à ressortir est l'anesthésie : certains auteurs préfèrent l'anesthésie générale à l'anesthésie locale ou inversement. Pour les complications, on ne peut pas affirmer que la biopsie sans cadre présente moins de risque hémorragique ou de déficits neurologiques.

En comparant les 02 attitudes, il n'y a pas de différence statistiquement significative.

Concernant le coût et selon l'utilisation, car si on utilise la neuronavigation pour d'autres investigations, le coût reviendrait moins cher et par conséquent l'investissement serait rentable.

Les travaux de N. L. Dorward (UK) et ceux de Sir Price (USA) concluent à des choix selon les préférences des chirurgiens [149].

9.3.26 Nouveaux apports technologiques

Actuellement, des renouvellements technologiques sont en cours, fournis par l'usage du robot stéréotaxique, couplant les avantages de l'informatisation et de la robotisation, aboutissant ainsi à un positionnement automatique d'un bras articulaire selon des angulations préalablement définies à partir d'analyses des images traitées sur console d'ordinateur. Il s'agit d'une voie d'avenir, fondée sur la fusion d'images, dont le caractère multimodal est certainement un garant de sécurité, dans la mesure où leur intégration est effectuée selon des repères communs parfaitement bien intégrés, en dehors de toute distorsion. Une fois encore, cela nécessite une validation multicentrique de ces nouvelles technologies [66], [67], [68].

9.4 Illustrations

9.4.1 Observation 1

Clinique

Patiente âgée de 56 ans, sans antécédents pathologiques notables, admise pour un syndrome d'hypertension intracrânienne fait de céphalée et de vomissements en jet évoluant depuis 1 mois.

Imagerie

-TDM cérébrale

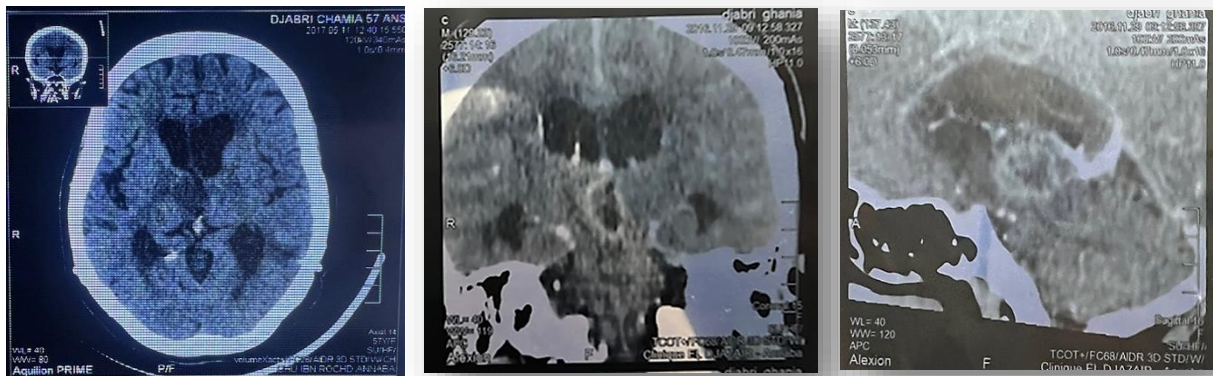


Figure 80 : TDM cérébrale de la patiente 1

[Série personnelle]

Masse de la ligne médiane à droite du plancher latéral du troisième ventricule avec effet de masse sur les structures médianes, associé à une hydrocéphalie concomitante nécessitant la mise en place d'une dérivation ventriculo-péritonéale.

-IRM cérébrale

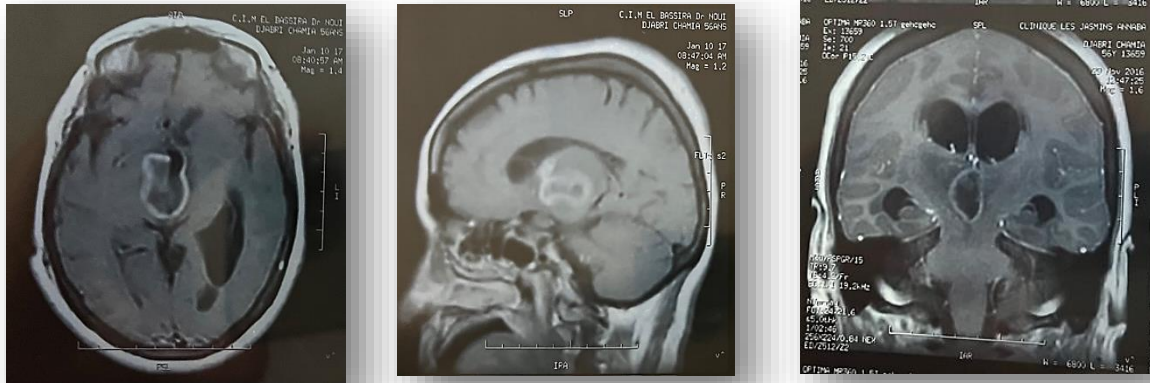


Figure 81 : IRM cérébrale de la patiente 1

[Série personnelle]

Lésion expansive thalamique droite en iso signal en T1 et hypersignal en T2 se rehaussant en couronne après injection de gadolinium à centre nécrosé grossièrement ovalaire mesurant 25 mm de diamètre antéro postérieur, 22 mm de hauteur et 19 mm de diamètre transversal avec œdème péri lésionnel refoulant et infiltrant le plancher du troisième ventricule avec signe d'hydrocéphalie tri ventriculaire active.

Biopsie stéréotaxique

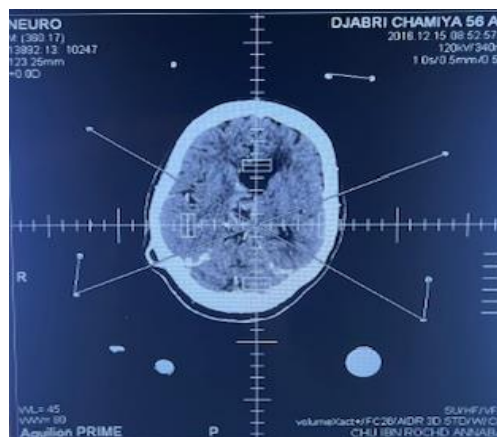


Figure 82 : Scanner cérébral de repérage du patient 1

(Cadre en place), cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste.

[Série personnelle]

Complications

Pendant la procédure, la patiente a présenté un saignement peropératoire significatif, nécessitant un lavage abondant au sérum physiologique et imposant l'arrêt du geste opératoire.

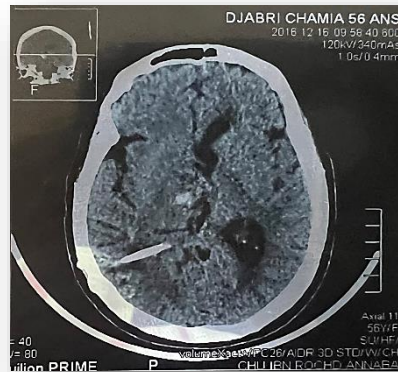


Figure 83 : TDM cérébrale de contrôle faite 24 heures après le geste objective une petite hémorragie thalamique droite (siège de la lésion).

Anatomopathologie

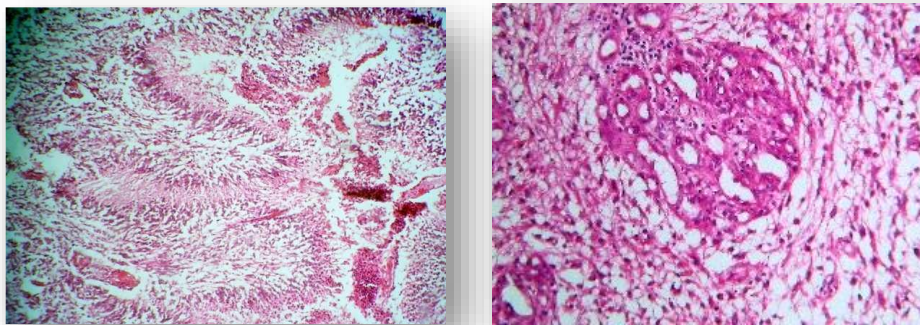


Figure 84 : Aspect histologique du **glioblastome grade IV avec pattern oligodendroglial**

Une nécrose serpentine à gauche et une prolifération endothélio-capillaire gloméruloïde à droite. Colorant HE (Hématéine Éosine) x 100 et x 250.

L'étude histopathologique du matériel biopsique montre une prolifération tumorale maligne gliale de haut grade.

Le néoplasme est fait de nappes diffuses de cellules gliales modérément atypiques et le plus souvent d'aspect spongieux, oligodendroglial à noyaux ronds très basophiles et atypiques.

Des foyers minimes de nécrose pseudo-palissadique sont notés.

Les vaisseaux sont le siège de signes de prolifération endothélio-capillaire modérée : il s'agit d'un glioblastome avec pattern oligodendrogial de grade IV de l'OMS.

(Source : Laboratoire d'Anatomie pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba)

9.4.2 Observation 2

Clinique

Patiente de 39 ans, sans antécédents pathologiques, présentant depuis 8 mois un syndrome d'HTIC fait de céphalées, de vomissements et d'œdème papillaire au fond d'œil associé à une hémiparésie à gauche à prédominance crurale, avec une atteinte des paires crâniennes IX, X et XI.

Imagerie

- TDM cérébrale

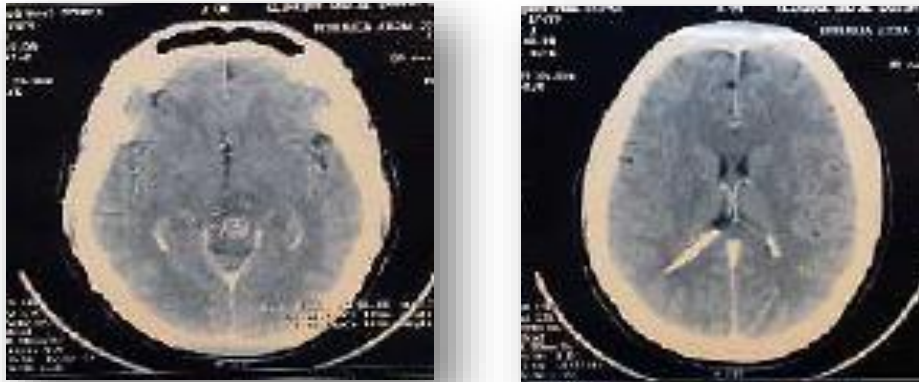


Figure 85 : TDM cérébrale de la patiente 2

[Série personnelle]

Lésion pédonculaire gauche spontanément isodense prenant le contraste mesurant 12/14 mm étendue sur 20 mm de hauteur entourée d'une couronne hypodense d'œdème péri lésionnel avec une hydrocéphalie imposant la mise en place d'une dérivation ventriculo péritonéale (le cathéter de la valve est en place).

- IRM cérébrale



Figure 86 : IRM cérébrale de la patiente 2

[Série personnelle]

Processus expansif du tronc cérébral de siège protubérantiel et mésencéphalique gauche, hypo signal en T1, hyper signal en T2 et flair avec une prise de contraste hétérogène, mesurant 38/30 mm de grand axe s'étendant sur une hauteur de 40 mm, avec un effet de masse sur le quatrième ventricule.

Biopsie stéréotaxique



Figure 87 : Scanner de repérage de la patiente 2

(Cadre en place), cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste.

[Série personnelle]

Complications

En post-opératoire immédiat, la patiente a présenté des troubles de la conscience, elle était scorée à 13/15 nécessitant un scanner de contrôle immédiat objectivant un petit hématome du tronc cérébral ; la patiente a été mise sous oxygène avec position demi-assise pendant 48 heures, puis c'est la reprise de la conscience.



Figure 88 : TDM cérébrale de contrôle de la patiente 2
Montre un petit hématome du tronc cérébral.

[Série personnelle]

Anatomie pathologique

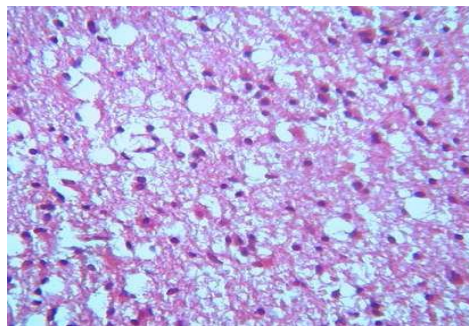


Figure 89 : Aspect histologique d'un **oligoastrocytome anaplasique grade III** associant des cellules oligodendrogiales et astrocytaires atypiques Color HE (Hématéine Éosine) X250.

L'examen histologique des prélèvements examinés montre un tissu glial infiltré par une prolifération tumorale biphasique de type oligoastrocytome anaplasique. Cette prolifération est faite d'une double composante oligodendrogliale et astrocytaire. La première est faite de cellules tumorales de taille variable à noyaux volumineux hyperchromatiques et nucléolés et à cytoplasme abondant clarifié. Quelques mitoses ont été observées.

La seconde composante est faite d'une prolifération dense de cellules astrocytaires comportant d'importantes atypies cytonucléaires. De nombreuses mitoses sont observées.

Les vaisseaux sont grêles et ne montrent pas de signes de prolifération endothéliocapillaire. Il n'a pas été noté de nécrose tumorale.

Aspect histologique d'un oligoastrocytome anaplasique grade III de l'OMS.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba)

9.4.3 Observation 3

Clinique

Patiente de 27 ans, sans antécédents particuliers, présentant depuis 8 mois une symptomatologie faite d'un déficit de l'hémicorps gauche, de troubles de langages, d'un syndrome d'HTIC et de troubles de la déglutition.

Imagerie

- TDM cérébrale



Figure 90 : TDM cérébrale de la patiente 3

[Série personnelle]

Le tronc cérébral est augmenté de volume par la présence de volumineuse masse solide, prenant modérément et de façon hétérogène le produit de contraste, mesurant 40/55/35 mm.

- IRM cérébrale



Figure 91 : IRM cérébrale de la patiente 3

[Série personnelle]

Processus tumoral de la plaque tectale (40/30/20 mm) apparaissant en hypo signal en T1, hyper signal inhomogène en T2, se rehaussant de façon modérée et hétérogène après injection de gadolinium. Ce processus s'étant en avant comblant l'aqueduc du Sylvius responsable d'une hydrocéphalie nécessitant une dérivation ventriculo péritonéale en urgence.

Biopsie stéréotaxique



Figure 92 : TDM de repérage stéréotaxique de la patiente 3

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

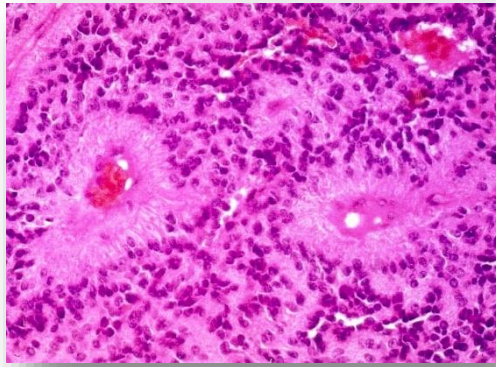


Figure 93 : Aspect histologique d'un **épendymome grade II**, avec une disposition en pseudo-rosettes périvasculaires épendymaires. Color HE (Hématéine Eosine) x 400.

L'étude histologique montre une prolifération gliale faite essentiellement de pseudo-rosettes vasculaires formées de cellules tumorales disposées de façon radiaire autour d'un vaisseau. Il s'y associe quelques rosettes épendymaires caractérisées par des cellules cylindriques disposées en périphérie d'un espace canalaire. Les atypies cytonucléaires sont peu marquées et les mitoses sont rares. Une étude immunohistochimique a été faite montrant une positivité diffuse de la GFAP avec un marquage en dot de l'EMA. Le Ki67 est estimé à environ 2 %.

Il s'agit d'un aspect histologique et phénotypique d'un épendymome grade II selon l'OMS 2007.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

C'est une tumeur avec rosettes vraies, une GFAP et une EMA en dot qui est typique du diagnostic. Un diagnostic différentiel histoimmunochimique est celui de l'ANET (tumeur neuro-épithéliale angiocentrique ou le classique gliome angiocentrique), mais le siège est complètement différent ; donc le tronc cérébral est infiltré au cours de l'évolution d'un épendymome naissant sur les parois du quatrième ventricule [150].

9.4.4 Observation 4

Clinique

Patiente âgée de 47 ans, sans antécédents pathologiques notables, présentant depuis 5 mois un syndrome d'HTIC (céphalées, vomissements et troubles visuels) associé à un trouble de la marche et un trouble de langage. L'examen neurologique a mis en évidence une hémiplégie à droite.

Imagerie

-TDM cérébrale



Figure 94 : TDM cérébrale de la patiente 4

[Série personnelle]

Formation hypodense de la substance blanche paraventriculaire paramédiane gauche, bien limitée, mesurant 44 mm de grand axe, homogène non rehaussée, infiltrant le thalamus gauche et le noyau lenticulaire responsable d'une hydrocéphalie sus tentorielle.

- IRM cérébrale

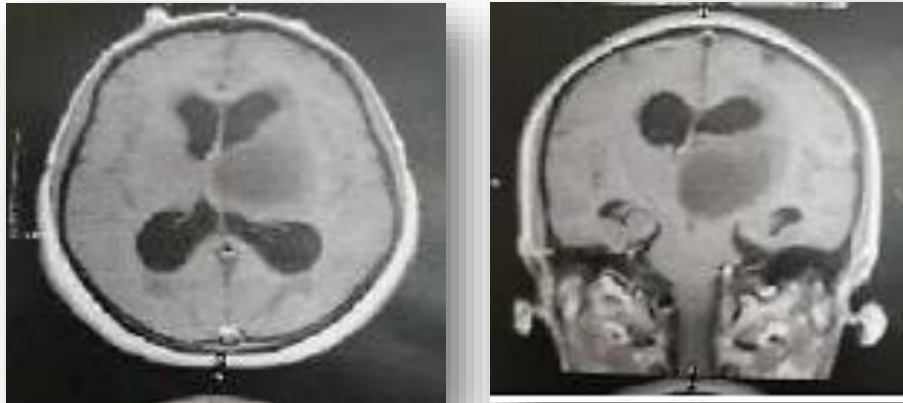


Figure 95 : IRM cérébrale de la patiente 4

[Série personnelle]

Formation ovale thalamique gauche, mesurant 45/40/40 mm, en hypo signal en T1, iso signal en T2 et flair, sans rehaussement visible après injection de gadolinium, comprimant le troisième ventricule responsable d'hydrocéphalie.

Biopsie stéréotaxique



Figure 96 : TDM cérébrale de repérage de la patiente 4

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

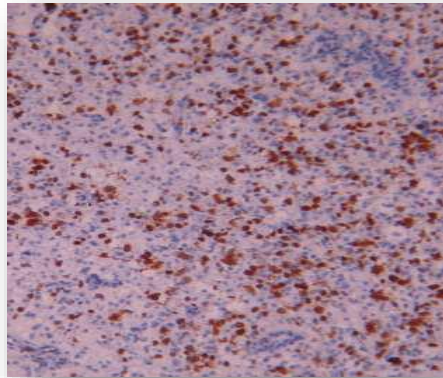


Figure 97 : Étude anatomopathologique d'un **astrocytome diffus grade II**.

Immunohistochimie forte Positivité d'un astrocytome diffus à l'égard de la P53 X 250.

L'étude histologique du prélèvement montre une prolifération gliale de bas grade moyennement cellulaire faite de cellules à différenciation astrocytaire, ayant des noyaux ovalaires et des cytoplasmes fibrillaires. Les atypies cytonucléaires sont peu marquées et les mitoses sont rares. Des zones de glioses ont été notées. Absence de nécrose. Absence de prolifération endothélio-capillaire.

Aspect histologique d'un astrocytome diffus grade II.

(Source : photographie Laboratoire d'Anatomie Pathologique – CHU Annaba).

9.4.5 Observation 5

Clinique

Patient âgé de 59 ans, sans antécédents pathologiques notables, présentant depuis 1 mois un syndrome d'HTIC (céphalées, vomissements) associé à une hémiparésie gauche à prédominance crurale.

Imagerie

-TDM cérébrale



Figure 98 : TDM cérébrale du patient 5

[Série personnelle]

Formation hypodense de la substance blanche temporo-pariétale droite, bien limitée, mesurant 46 mm de grand axe, homogène se rehausse de façon hétérogène après injection de produit de contraste.

-IRM cérébrale

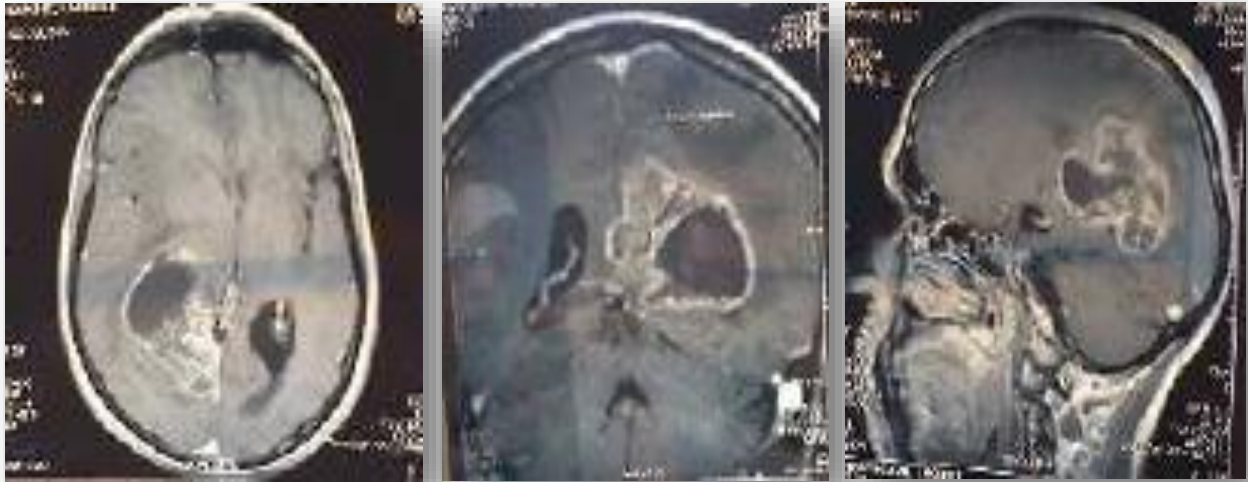


Figure 99 : IRM cérébrale du patient 4

Formation tumorale de carrefour ventriculaire droit hypo signal en T1 et hyper signal en T2 et en Flair avec une prise de contraste parcellaire, cernée d'œdème péri lésionnel avec un effet de masse sur les structures médianes, mesurant 51/46/58 mm.

Biopsie stéréotaxique



Figure 100 : Scanner de repérage du patient 5

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

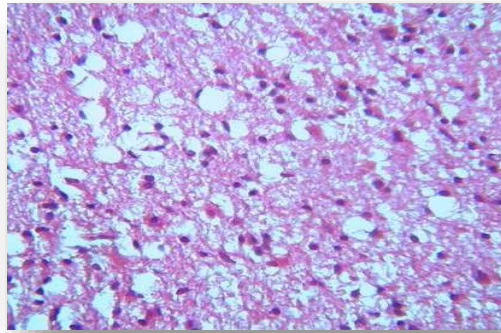


Figure 101 : Aspect microscopique d'un **oligoastrocytome anaplasique grade III** associant des cellules oligodendrogiales et astrocytaires atypiques Color HE (Hématéine Éosine) X250.

L'examen histopathologique du prélèvement biopsique montre une prolifération tumorale de nature gliale. Celle-ci est densément cellulaire, faite de cellules oligoastrocytaires pourvues d'atypies cytonucléaires marquées. Les figures mitotiques sont peu nombreuses. La vascularisation est faite de nombreux petits vaisseaux à endothélium régulier. Absence de prolifération endothélio-capillaire.

L'étude immunohistochimique.

GFAP : positivité intense.

KI67 : relativement faible.

EMA : négative.

Synaptophysine : négative.

CD20 : négative.

L'aspect histologique et le profil immunohistochimique en faveur d'un oligoastrocytome anaplasique grade III de l'OMS 2007.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

9.4.6 Observation 6

Clinique

Patiente âgée de 60 ans, diabétique sous hypoglycémiant oraux, présente depuis 10 mois une symptomatologie faite d'un déficit de l'hémicorps droit, troubles de langages, un syndrome d'HTIC et des troubles de comportement de type amnésie rétrograde.

Imagerie

- TDM cérébrale



Figure 102 : TDM cérébrale de la patiente 6

[Série personnelle]

Formation temporo-pariétale droite spontanément hyperdense mal limitée, prenant le contraste, cernée par une plage œdémateuse assez importante exerçant un effet de masse sur les structures médianes.

Biopsie stéréotaxique



Figure 103 : TDM de repérage de la patiente 6

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

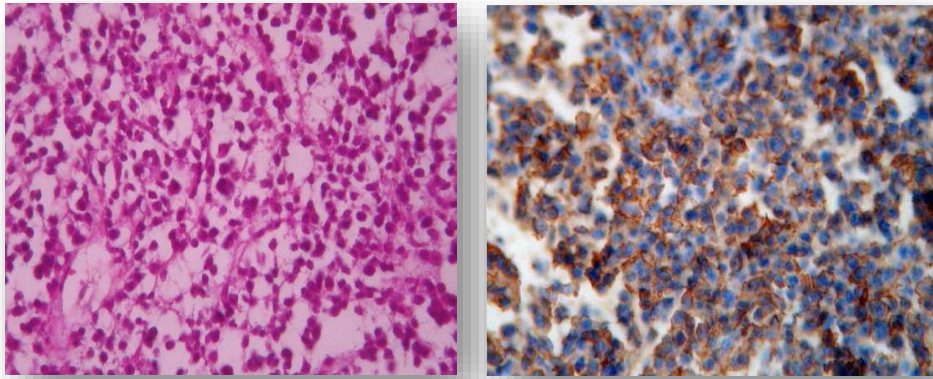


Figure 104 : Aspect histologique d'un **lymphome malin non hodgkinien à grandes cellules B**.

Un LMNH à grandes cellules de phénotype B comportant des signes de détersion riches en phagocytes (à gauche Color HE x 250, à droite Immunohistochimie CD 20 positif x 250).

Ces prélèvements biopsiques montrent une prolifération tumorale faite de nappes denses de cellules rondes parcourues par des fins septa fibreux contenant des capillaires dilatés. Ces cellules sont pourvues de noyaux volumineux hyperchromatiques et d'un cytoplasme peu abondant. Quelques figures mitotiques ont été notées.

Une étude immunohistochimique a été faite montrant une expression membranaire diffuse des cellules tumorales pour CD20.

La cytokératine est négative.

L'aspect histologique est phénotype en faveur d'un lymphome malin non Hodgkinien à grandes cellules.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

9.4.7 Observation 7

Clinique

Patient âgé de 43 ans sans antécédents particuliers, qui s'est présenté pour des crises d'épilepsie évoluant depuis 3 ans.

Imagerie

- TDM cérébrale

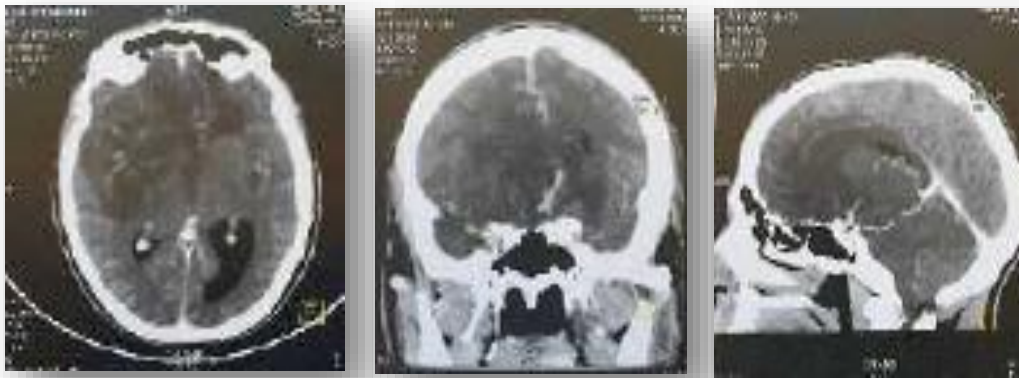


Figure 105 : TDM cérébrale du patient 7

[Série personnelle]

Formation fronto-temporale droite s'étendant au lobe frontal gauche et effaçant les sillons corticaux. Elle ne se rehausse pas après injection de produit de contraste.

-IRM cérébrale

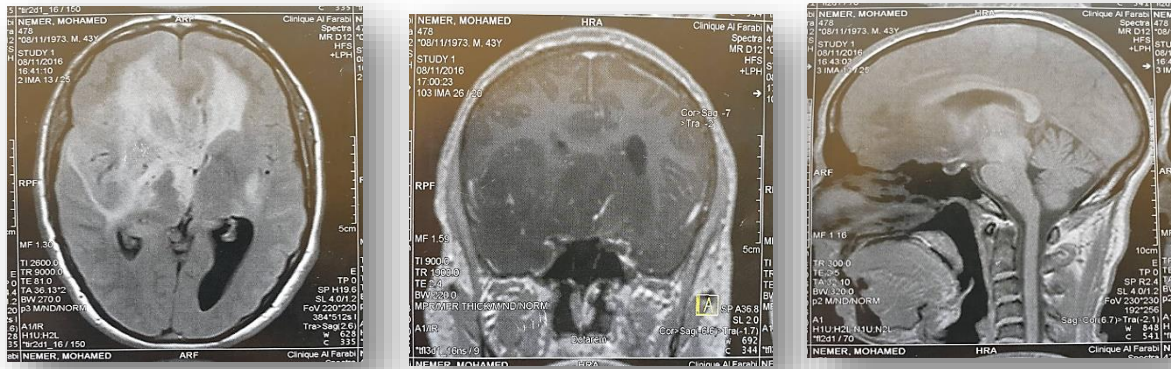


Figure 106 : IRM cérébrale du patient 7

[Série personnelle]

Large plaque infiltrante cortico sous corticale fronto temporale droite, s'étendant au lobe frontal gauche, en hypo signal en T1, hyper signal en T2 et Flair, effaçant les sillons corticaux comprimant le ventricule latéral qui est refoulé à gauche, avec engagement du lobe temporal dans le trou de Paccioni comprimant le nerf III droit dans son trajet cisternal ; absence de prise de contraste.

Biopsie stéréotaxique



Figure 107 : Scanner de repérage du patient 7

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

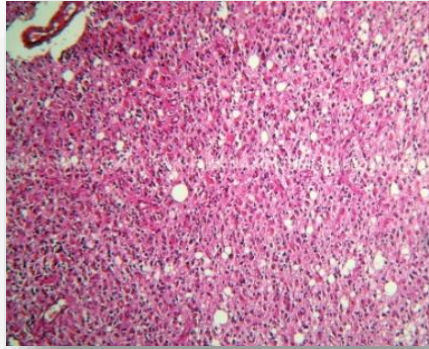


Figure 108 : Aspect microscopique d'un **astrocytome diffus de grade II** (Color HE x 200).

L'étude histologique du prélèvement montre une prolifération astrocytaire diffuse faite de cellules gliales peu atypiques. Ces cellules présentent des noyaux légèrement augmentés de volume et basophiles. Les mitoses sont très rares. Par endroit, on note la présence d'une dégénérescence micro kystique. Ailleurs, on observe des foyers de gliose réactionnelle.

Aspect histologique d'un astrocytome diffus grade II.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

Le patient est orienté vers la chirurgie à ciel ouvert.

9.4.8 Observation 8

Clinique

Patiente âgée de 60 ans, hypertendue, admise pour un syndrome d'HTIC fait de céphalées et de vomissements associés à une hémiparésie gauche évoluant depuis 2 mois.

Imagerie

- TDM cérébrale



Figure 109 : TDM cérébrale de la patiente 8

[Série personnelle]

Formation tumorale pariéto occipitale droite para sagittale, grossièrement arrondie hétérogène, avec une composante centrale hypodense (nécrose) et une composante périphérique charnue rehaussée après injection de produit de contraste, mesurant 41/31/42 mm, cernée d'une large plage d'œdème péri lésionnel.

Biopsie stéréotaxique



Figure 110 : TDM de repérage de la patiente 8

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

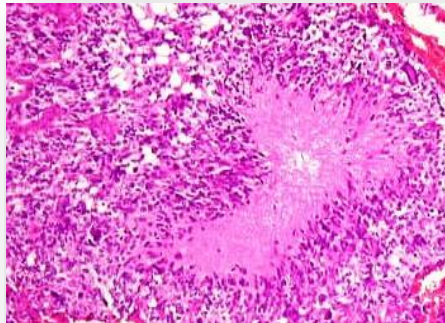


Figure 111 : Aspect histologique d'un **glioblastome multiforme** (Color HE x 400).

Les prélèvements pratiqués aux dépens de cette pièce opératoire montrent une tumeur gliale de haut grade de malignité en grande partie nécrosée. Le néoplasme réalise des nappes diffuses de cellules gliales parfois indifférenciées, de taille variée à noyau petit basophile irrégulier, parfois volumineux voire monstrueux polylobé et le plus souvent en mitose atypique. Par ailleurs, on note la présence des aspects en palissade des cellules tumorales autour des foyers de nécrose. Une importante prolifération endothélio-capillaire est observée.

Il s'agit d'un glioblastome grade IV.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

9.4.9 Observation 9

Clinique

Patiente âgée de 38 ans, sans antécédents pathologiques notables, admise pour un syndrome d'hypertension intracrânienne fait de céphalées et de vomissements en jet associés à des crises d'épilepsie évoluant depuis 3 mois.

Imagerie

- TDM cérébrale



Figure 112 : TDM cérébrale de la patiente 9

[Série personnelle]

Processus expansif frontal périventriculaire droit se rehausse après injection de produit de contraste.

-IRM cérébrale

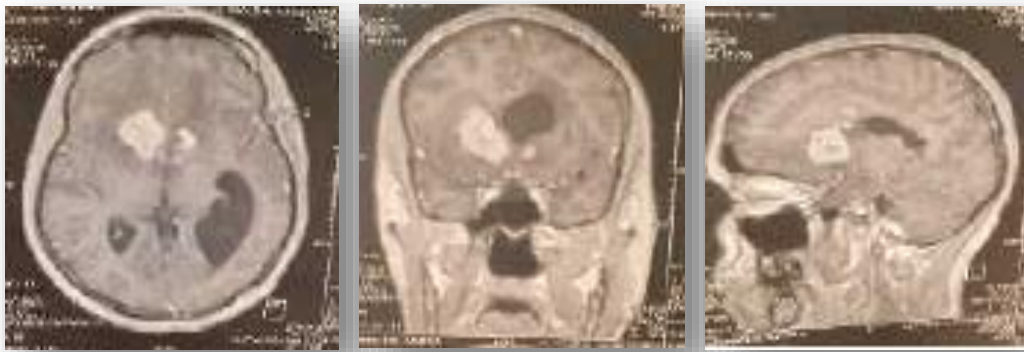


Figure 113 : IRM cérébrale de la patiente 9

[Série personnelle]

Formation tissulaire péri ventriculaire frontale bilatérale, en hyper signal en T2, hypo signal en T1, rehaussée de façon inhomogène après injection de gadolinium, entourée d'œdème, mesurant 23/28 mm en frontal droit, 19/23 mm en frontal gauche, comprimant la corne frontale droite et le trou de Monro à l'origine d'une dilatation ventriculaire.

Biopsie stéréotaxique



Figure 114 : TDM de contrôle de la patiente 9

[Série personnelle]

Faite après 24 heures de la biopsie (BST) qui montre une clarté aérienne au sein du processus.

Anatomie pathologique

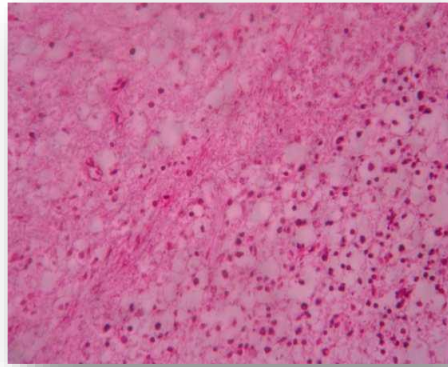


Figure 115 : Aspect histologique d'un **oligoastrocytome grade II (tumeur gliale mixte).**

Oligoastrocytome de grade II d'aspect biphasique.

À droite, on note un aspect en nid d'abeille typique.

À gauche, un aspect glio-fibrillaire infiltré par des cellules tumorales. Color HE x 250.

Cette biopsie stéréotaxique a intéressé de petits fragments de tumeur gliale mixte. Celle-ci est constituée de deux contingents tumoraux astrocytaires et oligodendrocytaires qui sont souvent intriqués. La composante astrocytaire à prédominance gemistocytaire présente de discrètes irrégularités cytonucléaires. On note un riche réseau vasculaire. Des remaniements hémorragiques avec un infiltrat lymphocytaire sont observés. L'aspect histopathologique est en faveur d'une tumeur gliale mixte oligoastrocytaire grade II, selon l'OMS 2016.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

9.4.10 Observation 10

Clinique

Patient âgé de 38 ans, aux antécédents de sarcoïdose sous traitement et opéré à notre niveau il y a 3 ans pour un méningiome malin de la convexité où une exérèse totale a été faite suivie d'une radiothérapie, réadmis pour un syndrome d'hypertension intracrânienne fait de céphalées, de vomissements en jet et de flou visuel évoluant depuis 2 mois.

Imagerie

- TDM cérébrale

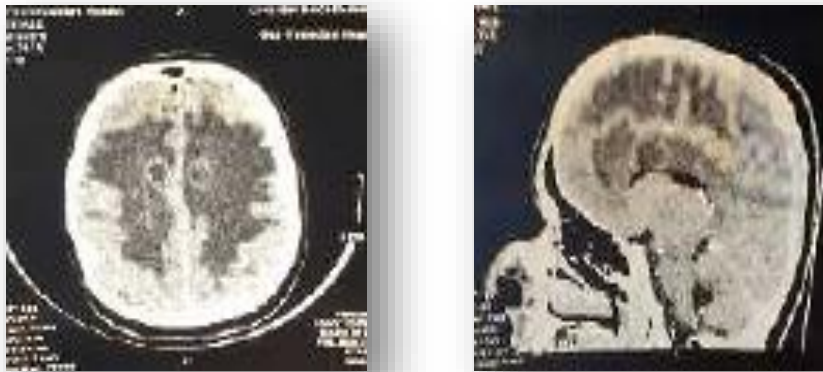


Figure 116 : TDM cérébrale du patient 10

[Série personnelle]

Hypodensité en aile de papillon au niveau du corps calleux, entouré d'un liseré hyperdense après injection de produit de contraste avec un œdème péri-lésionnel très important. Absence de récurrence de méningiome.

-IRM cérébrale



Figure 117 : IRM cérébrale du patient 10

[Série personnelle]

Formation tissulaire infiltrante fronto calleuse bilatérale à contour irrégulier avec rehaussement périphérique après injection de gadolinium, mesurant 29/36/46 mm entourée d'un important œdème bilatéral.

Biopsie stéréotaxique

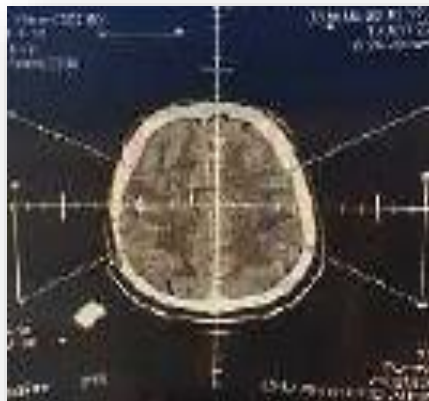


Figure 118 : TDM de repérage du malade 10

[Série personnelle]

(Cadre en place). La cible de biopsie a été choisie au centre de la lésion vu la prise de contraste homogène.

Anatomie pathologique

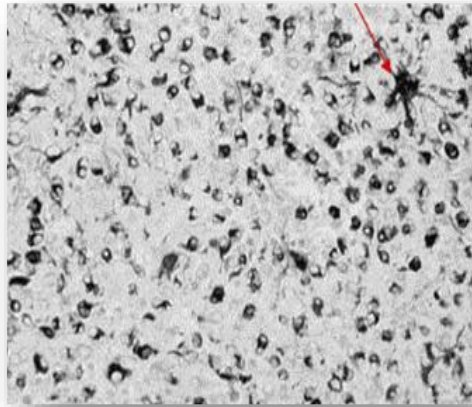


Figure 119 : Aspect histologique d'un **gliome de bas grade**. (Color HE x 200).

Prolifération astrocytaire modérément cellulaire faite de cellules astrocytaires comportant des atypies cytonucléaires modérées à disposition diffuse, parfois micro kystique, à contenu faiblement éosinophile. Ailleurs, de nombreux capillaires ont été notés. Il s'agit d'un gliome de bas grade.

(Source : Laboratoire d'Anatomie Pathologique – Hôpital Ibn Rochd CHU Annaba).

10 Conclusion

La biopsie stéréotaxique (BST) est une méthode fiable, simple et peu traumatique, indiquée pour les types de tumeurs non adaptés à une chirurgie à ciel ouvert du fait du risque inhérent que peut engendrer cette chirurgie. Elle permet aussi d'éviter l'abord chirurgical des lésions et permet à l'oncologue d'entamer un traitement complémentaire : radiothérapie, chimiothérapie ou les 02, si la preuve histologique a été obtenue, à partir de micros-fragments sur lesquels le neuropathologiste appliquera l'ensemble des techniques couramment utilisées ; c'est-à-dire l'histochemie, l'immunohistochemie, les coupes congelées, la microscopie électronique et la morphologie.

Elle est en pratique moins fréquente que la chirurgie à ciel ouvert.

Cette procédure permet de pallier de nombreux soucis de diagnostic de lésions cérébrales profondément situées ou de multiples lésions diffuses objectivées par l'imagerie médicale, en multipliant le nombre de prélèvements « en moyenne 04 à 06 » avec innocuité sur le cerveau. C'est un moyen technique de grande précision et reproductible, qui permet de traiter différentes pathologies selon leur indication.

Grâce à sa simplicité et ses résultats encourageants, la stéréotaxie devient de pratique courante dans le service de neurochirurgie du CHU IBN ROCHD ANNABA. Elle s'est rapidement imposée dans l'activité chirurgicale et devient indispensable dans la prise en charge des processus expansifs cérébraux.

La pathologie cérébrale expansive ou non est devenue très fréquente, par le nombre croissant des consultants avec une imagerie médicale déjà réalisée rencontrée de façon quasi quotidienne par les neurochirurgiens.

Nous avons mené cette étude dans le but de valider un protocole de prise en charge qui consiste à opérer les patients sous anesthésie locale à travers un pertuis percutané après localisation de la cible et calcul de ses coordonnées à partir d'un référentiel fixé au crâne en condition TDM, qui nous a permis d'éliminer les prélèvements non concluants.

La procédure de la BST devrait être effectuée par une équipe expérimentée et spécialisée composée d'un neurochirurgien, d'un anatomopathologiste et d'un radiologue.

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

L'ensemble de ce travail a été conçu comme un guide, un tutoriel, pour tous ceux qui souhaiteraient se lancer dans la pratique de cette technique passionnante en neurochirurgie tumorale, probablement pas nécessaire dans tous les cas, mais suffisante pour l'introduction à la neurochirurgie fonctionnelle. Nous avons obtenu des résultats très encourageants en comparaison avec ceux de la littérature.

Ce qu'il faut retenir de ce travail :

- ✓ C'est une procédure sûre, efficace, mini-invasive et reproductible autant de fois que cela est nécessaire.
- ✓ Un geste qui se déroule sous anesthésie locale, avec des indications particulières pour l'anesthésie générale.
- ✓ C'est une procédure qui se déroule à notre service et qui ne nécessite pas une surveillance médicale étroite.
- ✓ Mis à part le trouble de la coagulation, les lésions potentiellement hémorragiques, celles siégeant en intra-ventriculaire, il n'existe aucune autre contre-indication à cette procédure.
- ✓ Nous n'avons déploré aucune complication infectieuse due aux mesures d'asepsie draconiennes.
- ✓ Les résultats histologiques non concluants correspondent à notre taux d'échec qui est en accord avec celui de beaucoup de séries de la littérature et cela nous a encouragés à améliorer notre protocole.
- ✓ La biopsie stéréotaxique reste le principal moyen de diagnostic des tumeurs de la région pinéale et du tronc cérébral.

Au terme de ce travail, nous sommes en mesure de recommander la prise en charge suivante :

- ✓ D'une manière générale, il est recommandé en cas de lésion tumorale de prélever la zone qui paraît la plus active à l'imagerie et d'éviter les prélèvements au contact direct des vaisseaux ou situés en zone hautement fonctionnelle.
- ✓ Pour les lésions superficielles, une approche de visu est conseillée avec ou sans repérage anatomique (neuronavigation, échographie, stéréotaxie).
- ✓ Pour les lésions profondes et lors d'un abord percutané, il est recommandé l'utilisation d'un moyen de repérage anatomique (stéréotaxie, échographie, neuronavigation, etc.).
- ✓ Pour les lésions profondes périvasculaires, il est recommandé soit un abord direct, soit une biopsie en condition stéréotaxique offrant une précision millimétrique (stéréotaxie avec cadre).
- ✓ Une évaluation clinique post biopsie. Les conclusions anatomopathologiques et la décision multidisciplinaire guideront le suivi de la prise en charge oncologique.

Enfin, l'introduction de l'IRM a conduit à développer encore plus cette technique dans l'avenir, notamment dans le domaine de la neurochirurgie fonctionnelle et de la radiochirurgie.

En effet, la notion de " guidage " tridimensionnel informatisé et essentiellement robotisé complète la pensée des pionniers de cette méthodologie.

Algorithme décisionnel

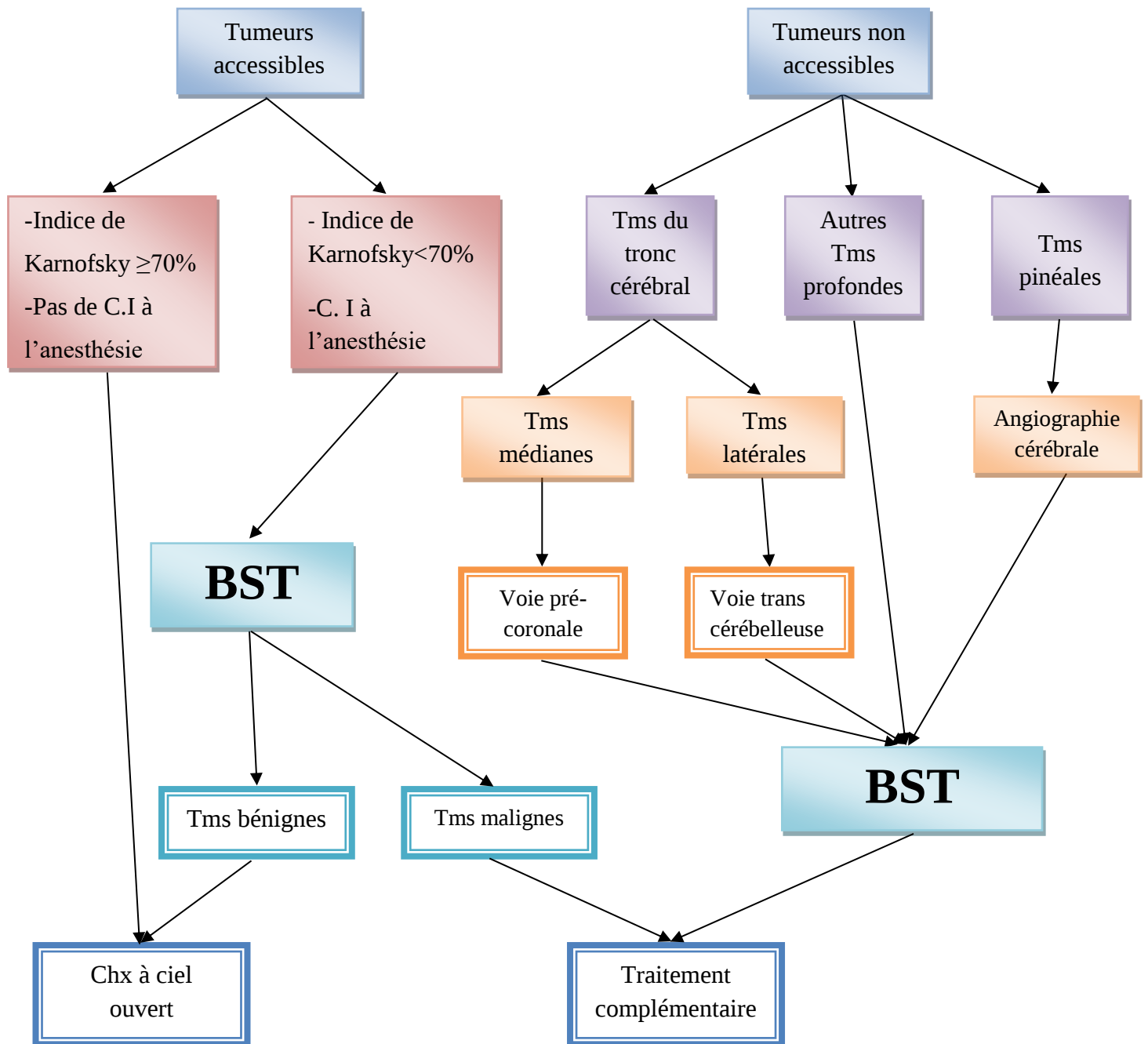


Figure 120 : Algorithme décisionnel devant les tumeurs cérébrales.

Tms : tumeurs cérébrales.

Chx : chirurgie.

C.I : contre-indication.

11. Bibliographie

Les références bibliographiques sont classées par un numéro d'apparition dans la liste bibliographique (classement par ordre d'apparition dans le texte). La référence bibliographique n'utilise pas le binôme auteur-date. La date est placée à la fin de la référence (le style numérique Vancouver).

- [1] B. A, « [Stereotaxic techniques] », *Soins Chir. Paris Fr.* 1982, n° 152, p. 20-23, oct. 1993.
- [2] D. A. Bosch, « Indications for stereotactic biopsy in brain tumours », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 54, n° 3-4, p. 167-179, 1980, doi: 10.1007/BF01407083.
- [3] J. Gybels, E. R. Hitchcock, C. Ostertag, G. F. Rossi, J. Siegfried, et G. Szikla, Éd., *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery 6, Texte d'origine: Proceedings of the 6th Meeting of the European Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery, Rome 1983.* in *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery*. Wien: Springer-Verlag, 1984. doi: 10.1007/978-3-7091-8726-5.
- [4] P. Blomstedt, M. Olivecrona, A. Sailer, et M. I. Hariz, « DITTMARAND THE HISTORY OF STEREOTAXY; ORRATS, RABBITS, AND REFERENCES », *Neurosurgery*, vol. 60, n° 1, p. 198-202, 2007.
- [5] « 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. - Ask.com Search ». Consulté le: 24 février 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.search.ask.com/web?>
- [6] « PRIME PubMed | Sécurité et efficacité des techniques de biopsie intracrânienne sans cadre et à base de cadre ». Consulté le: 14 février 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/18172567/Safety_and_efficacy_of_frameless_and_frame_based_intracranial_biopsy_techniques_
- [7] R. H. Clarke, « THE STRUCTURE AND FUNCTIONS OF THE CEREBELLUM EXAMINED BY A NEW METHOD. By SIR VICTOR HORSLEY, FRS, FRCS, AND », *Brain J. Neurol.*, p. 45, 1908.
- [8] C. Picard, A. Olivier, et G. Bertrand, « The first human stereotaxic apparatus: The contribution of Aubrey Mussen to the field of stereotaxis », *J. Neurosurg.*, vol. 59, n° 4, p. 673-676, 1983.

- [9] R. Levy, « A short history of stereotactic neurosurgery », *IL Am. Assoc. Neurosurg. Surg. Park Ridge*, 1992.
- [10] L. Leksell, « A stereotaxic apparatus for intracerebral surgery », *Acta Chir. Scand.*, vol. 99, n° 3, p. 229-233, 1950.
- [11] « <http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?article353> - Ask.com Search ». Consulté le: 24 février 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.search.ask.com/web?l>
- [12] J. Talairach, J. C. Peragut, P. Farnarier, et M. Manrique, « The Role of the Stereotaxic Radiographic Exploration in Neurosurgical Interventions », in *Advances in Cerebral Angiography*, Springer, 1975, p. 262-273.
- [13] « OS DU CRÂNE Définition - Editions Ellipses - Pdf-documenten en e-books Gratis download ». Consulté le: 14 février 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://bepdfs.com/doc/5b19a2/os-du-cr%C3%82ne-d%C3%A9finition-editions-ellipses>
- [14] « www.cosmovisions.com/ethmoide.htm - Recherche Google ». Consulté le: 24 février 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.google.com/search?>
- [15] « Sphénoïde. » Consulté le: 14 février 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.cosmovisions.com/sphenoide.htm>
- [16] « Atlas d'anatomie humaine 6ème édition - broché - Frank Netter, Frank H. Netter - Achat Livre ou ebook | fnac ». Consulté le: 25 février 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://livre.fnac.com/a8205054/Frank-Netter-Atlas-d-anatomie-humaine>
- [17] « Circonvolution cérébrale », *Wikipédia*. 7 novembre 2021. Consulté le: 1 février 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Circonvolution_c%C3%A9r%C3%A9brale&oldid=187779511
- [18] « Système nerveux - Cours Pharmacie ». Consulté le: 14 février 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.cours-pharmacie.com/physiologie/systeme-nerveux.html>
- [19] « LE CERVELET Le cervelet est situé dans l'étage postérieur et inférieur du crâne, en arrière du bulbe et de la protubérance et au-dessous des hémisphères cérébraux dont il est séparé par la tente du cervelet. - Recherche Google ». Consulté le: 1 février 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.google.com/search?>

- [20] F. Schiller, *Paul Broca: Founder of French Anthropology, Explorer of the Brain*. Oxford University Press, 1992.
- [21] M. SIMON, « Système nerveux », Cours Pharmacie. Consulté le: 24 février 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.cours-pharmacie.com/physiologie/systeme-nerveux.html>
- [22] « ref_neuro_2010-1.pdf ». Consulté le: 10 août 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://oncocentre.org/wp-content/uploads/ref_neuro_2010-1.pdf
- [23] Alan STEVENS ; James Steven LOWE, *Anatomie pathologique générale et spéciale*, Bruxelles : De Boeck, 1997.
- [24] Dr Robert-Charles Janzer, « Neuropathologie et pathologie moléculaire des gliomes », *Rev. Médicale Suisse* –.
- [25] D. Figarella-Branger *et al.*, « La classification de l'OMS 2021 des tumeurs du système nerveux central », *Ann. Pathol.*, vol. 42, n° 5, p. 367-382, oct. 2022, doi: 10.1016/j.annpat.2021.11.005.
- [26] D. N. Louis *et al.*, « The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary », *Acta Neuropathol. (Berl.)*, vol. 131, n° 6, p. 803-820, juin 2016, doi: 10.1007/s00401-016-1545-1.
- [27] « Tumeurs intracrâniennes | Collège des Enseignants de Neurologie ». Consulté le: 14 février 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.cen-neurologie.fr/deuxieme-cycle/tumeurs-intracraniennes>
- [28] « Amazon.fr - Manuel de neurochirurgie - Dechambenoit, G. - Livres ». Consulté le: 4 septembre 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.amazon.fr/Manuel-neurochirurgie-G-Dechambenoit/dp/2840231158>
- [29] A. Benouaich-Amiel, « La tomographie par émission de positons dans l'évaluation des gliomes: place actuelle et impact des nouveaux traceurs », *Neurologie.com*, n° 6, p. 182-186, oct. 2009, doi: 10.1684/nro.2009.0083.
- [30] T. Singhal, T. K. Narayanan, V. Jain, J. Mukherjee, et J. Mantil, « 11C-I-Methionine Positron Emission Tomography in the Clinical Management of Cerebral Gliomas », *Mol. Imaging Biol.*, vol. 10, n° 1, p. 1-18, janv. 2008, doi: 10.1007/s11307-007-0115-2.

- [31] J.-K. Chung *et al.*, « Usefulness of ¹¹C-methionine PET in the evaluation of brain lesions that are hypo- or isometabolic on ¹⁸F-FDG PET », *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, vol. 29, n° 2, p. 176-182, févr. 2002.
- [32] S. Kim *et al.*, « ¹¹C-methionine PET as a prognostic marker in patients with glioma: comparison with ¹⁸F-FDG PET », *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, vol. 32, n° 1, p. 52-59, janv. 2005, doi: 10.1007/s00259-004-1598-6.
- [33] B. Palumbo, « Brain tumour recurrence: brain single-photon emission computerized tomography, PET and proton magnetic resonance spectroscopy », *Nucl. Med. Commun.*, vol. 29, n° 8, p. 730-735, août 2008, doi: 10.1097/MNM.0b013e3283000049.
- [34] J. M. Derlon *et al.*, « Non-invasive grading of oligodendrogliomas: correlation between in vivo metabolic pattern and histopathology », *Eur. J. Nucl. Med.*, vol. 27, n° 7, p. 778-787, juill. 2000.
- [35] B. Pirotte *et al.*, « Comparison of ¹⁸F-FDG and ¹¹C-methionine for PET-guided stereotactic brain biopsy of gliomas », *J. Nucl. Med. Off. Publ. Soc. Nucl. Med.*, vol. 45, n° 8, p. 1293-1298, août 2004.
- [36] L. W. Kracht *et al.*, « Delineation of brain tumor extent with [¹¹C]L-methionine positron emission tomography: local comparison with stereotactic histopathology », *Clin. Cancer Res. Off. J. Am. Assoc. Cancer Res.*, vol. 10, n° 21, p. 7163-7170, nov. 2004, doi: 10.1158/1078-0432.CCR-04-0262.
- [37] B. Pirotte *et al.*, « Integrated positron emission tomography and magnetic resonance imaging-guided resection of brain tumors: a report of 103 consecutive procedures », *J. Neurosurg.*, vol. 104, n° 2, p. 238-253, févr. 2006, doi: 10.3171/jns.2006.104.2.238.
- [38] « John Libbey Eurotext - Bulletin du Cancer - Apports de la spectroscopie par résonance magnétique dans l'exploration des gliomes ». Consulté le: 14 février 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.jle.com/fr/revues/bdc/e-docs/apports_de_la_spectroscopie_par_resonance_magnetique_dans_lexploration_des_gliomes_265631/article.phtml
- [39] D. R. Blatt, W. A. Friedman, et O. F. Agee, « Delayed Computed Tomography Contrast Enhancement Patterns in Biopsy Proven Cases », *Neurosurgery*, vol. 32, n° 4, p. 560-569, avr. 1993, doi: 10.1097/00006123-199304000-00011.
- [40] A. Benabid *et al.*, « [Stereotaxic biopsies (SB) of intracranial neoplasms. Considerations apropos of 3,052 cases] », *Neurochirurgie.*, vol. 31, n° 4, p. 295-301, 1985.

- [41] P. C. Francel, T. R. Jackson, T. Kamiryo, et E. R. Laws, « Optimizing accuracy in magnetic resonance imaging—guided stereotaxis: a technique with validation based on the anterior commissure—posterior commissure line », *J. Neurosurg.*, vol. 90, n° 1, p. 94-100, 1999.
- [42] « Aimsystem - Micromar ». Consulté le: 4 mars 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.micromar.com/en/aplicacao/aimsistem/>
- [43] J. M. Brucher, « Neuropathological diagnosis with stereotactic biopsies », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 124, n° 1, p. 37-39, mars 1993, doi: 10.1007/BF01400714.
- [44] T. W. Hood, S. S. Gebarski, P. E. McKeever, et J. L. Venes, « Stereotaxic biopsy of intrinsic lesions of the brain stem », *J. Neurosurg.*, vol. 65, n° 2, p. 172-176, août 1986, doi: 10.3171/jns.1986.65.2.0172.
- [45] « Leksell® Stereotactic System », SCRIM. Consulté le: 4 mars 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.scrim.ma/radiotherapie/elekta-cadre-de-stereotaxie-2/>
- [46] J.-J. Mazon, C.-A. Valéry, G. Boissier, et P. Cornu, « Historique de la radiochirurgie », *Cancer/Radiothérapie*, vol. 16, p. S2-S4, juin 2012, doi: 10.1016/j.canrad.2011.09.004.
- [47] N. M. Golden, T. Tomita, A. G. Kepka, T. Bista, et M. H. Marymont, « The Use of the Laitinen Stereoadapter for Three-Dimensional Conformal Stereotactic Radiotherapy », *J. Radiosurgery*, vol. 1, n° 3, p. 191-200, sept. 1998, doi: 10.1023/B:JORA.0000015194.96343.b0.
- [48] R. Sedan, J. C. Peragut, P. Farnier, J. Hassoun, et T. Torres, « [The role of stereotaxic biopsy in the therapeutic approach to malignant gliomas (author's transl)] », *Neurochirurgie.*, vol. 27, n° 5, p. 285-286, 1981.
- [49] L. Leksell et B. Jernberg, « Stereotaxis and tomography a technical note », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 52, n° 1, p. 1-7, mars 1980, doi: 10.1007/BF01400939.
- [50] J. C. Peragut, T. Dupard, N. Graziani, et R. Sedan, « [Prevention of risk in stereotaxic biopsy of various tumors of the pineal region. Apropos of 3 cases] », *Neurochirurgie.*, vol. 33, n° 1, p. 23-27, 1987.
- [51] G. Szikla, « Target Point, Target Volume, “Whole Brain” Stereotaxis: Remarks on Some Present Trends of Evolution in Stereotactic Neurosurgery », in *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery 4*, F. J. Gillingham, J. Gybels, E. Hitchcock, G.

- F. Rossi, et G. Szikla, Éd., in *Acta Neurochirurgica Supplementum*. Springer Vienna, 1980, p. 1-3.
- [52] R. Dammers, I. K. Haitzma, J. W. Schouten, J. M. Kros, C. J. J. Avezaat, et A. Vincent, « Safety and efficacy of frameless and frame-based intracranial biopsy techniques », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 150, n° 1, p. 23, 2008.
- [53] P. C. Burger et J. S. Nelson, « Stereotactic brain biopsies », *Arch. Pathol. Lab. Med.*, vol. 121, n° 5, p. 477, 1997.
- [54] C. D. Abernathey, A. Camacho, et P. J. Kelly, « Stereotaxic suboccipital transcerebellar biopsy of pontine mass lesions », *J. Neurosurg.*, vol. 70, n° 2, p. 195-200, févr. 1989, doi: 10.3171/jns.1989.70.2.0195.
- [55] B. L. Guthrie, G. K. Steinberg, et J. R. Adler, « Posterior fossa stereotaxic biopsy using the Brown-Roberts-Wells stereotaxic system », *J. Neurosurg.*, vol. 70, n° 4, p. 649-652, 1989.
- [56] M. L. Apuzzo et J. K. Sabshin, « Computed tomographic guidance stereotaxis in the management of intracranial mass lesions », *Neurosurgery*, vol. 12, n° 3, p. 277-285, 1983.
- [57] J. Pecker, J. M. Scarabin, B. Vallee, et J. M. Brucher, « Treatment in tumours of the pineal region: value of stereotaxic biopsy. », *Surg. Neurol.*, vol. 12, n° 4, p. 341-348, 1979.
- [58] P. C. Warnke, « Stereotactic biopsy and hemorrhage », *J. Neurosurg.*, vol. 90, n° 1, p. 180-181; author reply 182, janv. 1999.
- [59] F. W. Kreth et A. Muacevic, « Stereotactic biopsy and hemorrhage », *J. Neurosurg.*, vol. 90, n° 1, p. 181-182, janv. 1999.
- [60] « Campus numérique de neurochirurgie ». Consulté le: 28 février 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.unilim.fr/campus-neurochirurgie/article.php3?i>
- [61] E. Coste, J. Rousseau, D. Gibon, J. F. Deleume, S. Blond, et X. Marchandise, « Frameless method of stereotaxic localization with DSA. », *Radiology*, vol. 189, n° 3, p. 829-834, déc. 1993, doi: 10.1148/radiology.189.3.8234711.
- [62] P. Grunert, N. Hopf, et A. Perneczky, « Frame-Based and Frameless Endoscopic Procedures in the Third Ventricle », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 68, n° 1-4, p. 80-89, 1997, doi: 10.1159/000099907.

- [63] P. Grunert *et al.*, « Basic principles and clinical applications of neuronavigation and intraoperative computed tomography », *Comput. Aided Surg.*, vol. 3, n° 4, p. 166-173, 1998, doi: 10.1002/(SICI)1097-0150(1998)3:4<166::AID-IGS6>3.3.CO;2-5.
- [64] C. De La Porte, « Technical possibilities and limitations of stereotaxy », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 124, n° 1, p. 3-6, mars 1993, doi: 10.1007/BF01400705.
- [65] S. J. Goerss, P. J. Kelly, et B. A. Kall, « Automated Stereotactic Positioning System », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 50, n° 1-6, p. 100-106, 1987, doi: 10.1159/000100692.
- [66] S. Blond, G. Touzet, C. Desenclos, N. Reyns, et F. Dubois, « Stereotactic applications in third ventricle tumors », *Neurochirurgie.*, vol. 46, n° 3, p. 268-280, 2000.
- [67] P. Grunert *et al.*, « Stereotactic Biopsies Guided by an Optical Navigation System: Technique and Clinical Experience », *Min - Minim. Invasive Neurosurg.*, vol. 45, n° 1, p. 11-15, mars 2002, doi: 10.1055/s-2002-23576.
- [68] M. Nishihara, T. Sasayama, H. Kudo, et E. Kohmura, « Morbidity of stereotactic biopsy for intracranial lesions », *Kobe J Med Sci*, vol. 56, n° 4, p. E148-E153, 2011.
- [69] « Radiothérapie postopératoire pour épéndymome intracrânien de grade II et III ».
- [70] « Programme algérien de lutte contre la tuberculose Direction de la prévention. Ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière 2011 - Recherche Google ». Consulté le: 17 août 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.google.com/search?>
- [71] « Complications in 622 cases of frame-based stereotactic biopsy, a decreasing procedure - PubMed ». Consulté le: 6 juillet 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18380282/>
- [72] J. Vaquero, R. Martínez, et M. Manrique, « Stereotactic biopsy for brain tumors: is it always necessary? », *Surg. Neurol.*, vol. 53, n° 5, p. 432-438, 2000.
- [73] A. O. Heper *et al.*, « An analysis of stereotactic biopsy of brain tumors and nonneoplastic lesions: a prospective clinicopathologic study », *Surg. Neurol.*, vol. 64, p. S82-S88, 2005.
- [74] P. D. Sawin, P. W. Hitchon, K. A. Follett, et J. C. Torner, « Computed Imaging-Assisted Stereotactic Brain Biopsy: A Risk Analysis of 225 Consecutive Cases », *Surg. Neurol.*, vol. 49, n° 6, p. 640-649, juin 1998, doi: 10.1016/S0090-3019(97)00435-7.

- [75] M. Y. Oudrhiri, M. Laghmari, M. Hemama, R. Gana, M. R. Maaqili, et F. Bellakhdar, « Contribution de la biopsie stereotaxique dans la prise en charge des tumeurs cerebrales: a propos de 283 cas », *Afr. J. Neurol. Sci.*, vol. 29, n° 2, p. 3-12, 2010.
- [76] H. Youcef, « LA CURIETHÉRAPIE DES CRANIOPHARYNGIOMES KYSTIQUES EXPÉRIENCE DE L'HÔPITAL CENTRAL DE L'ARMÉE », *J. Neurochir.*, vol. 14, n° 1, p. 20-25, juin 2018.
- [77] M. P. Ferreira, N. P. Ferreira, A. de A. Pereira Filho, G. de A. Pereira Filho, et A. C. Franciscatto, « Stereotactic computed tomography-guided brain biopsy: diagnostic yield based on a series of 170 patients », *Surg. Neurol.*, vol. 65 Suppl 1, p. S1:27-21:32, 2006, doi: 10.1016/j.surneu.2005.11.036.
- [78] B. T. R. S. B. Biyopsisi, « The safety and diagnostic value of frame-based and CT-guided stereotactic brain biopsy technique », *Turk. Neurosurg.*, vol. 21, n° 4, p. 582-590, 2011.
- [79] C.-C. Chen *et al.*, « Stereotactic brain biopsy: Single center retrospective analysis of complications », *Clin. Neurol. Neurosurg.*, vol. 111, n° 10, p. 835-839, 2009.
- [80] A. M. Debailleul, M. L. Bortlein, G. Touzet, et R. Krivosic-Horber, « Particularités anesthésiques de la neurochirurgie stéréotaxique », in *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*, Elsevier, 2002, p. 170-178.
- [81] « Tolérance du patient à la craniotomie réalisée avec le patient sous anesthésie locale et sous sédation consciente surveillée | Neurochirurgie | Académie d'Oxford ». Consulté le: 4 avril 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://academic.oup.com/neurosurgery/article-abstract/42/1/28/2856316>
- [82] R. Watson et K. Leslie, « Nerve Blocks Versus Subcutaneous Infiltration for Stereotactic Frame Placement », *Anesth. Analg.*, vol. 92, n° 2, p. 424-427, févr. 2001, doi: 10.1213/00000539-200102000-00028.
- [83] D. P. Archer, J. M. McKenna, L. Morin, et P. Ravussin, « Conscious-sedation analgesia during craniotomy for intractable epilepsy: a review of 354 consecutive cases », *Can. J. Anaesth.*, vol. 35, n° 4, p. 338-344, 1988.
- [84] W. L. Lanier, G. J. Hool, R. J. Faust, R. F. Cucchiara, et P. J. Kelly, « Sedation for stereotactic headframe application: A randomized comparison of two techniques », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 50, n° 1-6, p. 227-232, 1987.

- [85] B. F. Spiekermann, D. J. Stone, D. L. Bogdonoff, et T. A. Yemen, « Airway management in neuroanaesthesia », *Can. J. Anesth. Can. Anesth.*, vol. 43, n° 8, p. 820-834, 1996.
- [86] A. I. Cohn, S. R. McGraw, et W. H. King, « Awake intubation of the adult trachea using the Bullard laryngo-scope », *Can. J. Anaesth.*, vol. 42, n° 3, p. 246, 1995.
- [87] P. J. Kelly, B. Kall, et S. Goerss, « Functional stereotactic surgery utilizing CT data and computer generated stereotactic atlas », in *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery* 6, Springer, 1984, p. 577-583.
- [88] P. T. Chandrasoma, M. M. Smith, et M. L. Apuzzo, « Stereotactic biopsy in the diagnosis of brain masses: comparison of results of biopsy and resected surgical specimen », *Neurosurgery*, vol. 24, n° 2, p. 160-165, 1989.
- [89] R. J. Jackson *et al.*, « Limitations of stereotactic biopsy in the initial management of gliomas », *Neuro-Oncol.*, vol. 3, n° 3, p. 193-200, juill. 2001, doi: 10.1093/neuonc/3.3.193.
- [90] « LEVIVIER, 1992 - Recherche Google ». Consulté le: 15 août 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.google.com/search?>
- [91] S. N. Bhatti *et al.*, « Computerized stereotactic brain biopsies: an experience of 15 patients at Ayub Teaching Hospital », *J. Ayub Med. Coll. Abbottabad*, vol. 17, n° 3, 2005.
- [92] P. B. Gaudin, M. E. Sherman, D. J. Brat, M. Zahurak, et Y. S. Erozan, « Accuracy of grading gliomas on CT-guided stereotactic biopsies: A survival analysis », *Diagn. Cytopathol.*, vol. 17, n° 6, p. 461-466, 1997.
- [93] J. E. Kim, D. G. Kim, S. H. Paek, et H.-W. Jung, « Stereotactic biopsy for intracranial lesions: reliability and its impact on the planning of treatment », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 145, n° 7, p. 547-555, 2003.
- [94] C. Dumas-Duport *et al.*, « Serial stereotactic biopsies and CT scan in gliomas: correlative study in 100 astrocytomas, oligo-astrocytomas and oligodendrocytomas », *J. Neurooncol.*, vol. 4, n° 4, p. 317-328, déc. 1987, doi: 10.1007/BF00195602.
- [95] P. J. Kelly, « Stereotactic biopsy and resection of thalamic astrocytomas », *Neurosurgery*, vol. 25, n° 2, p. 185-194; discussion 194-195, août 1989.

- [96] G. M. Greene, P. W. Hitchon, R. L. Schelper, W. Yuh, et G. N. Dyste, « Diagnostic yield in CT-guided stereotactic biopsy of gliomas », *J. Neurosurg.*, vol. 71, n° 4, p. 494-497, oct. 1989, doi: 10.3171/jns.1989.71.4.0494.
- [97] E. du C. de Neurochirurgie, « Biopsies en conditions stéréotaxiques ».
- [98] R. A. Danks, M. Rogers, L. S. Aglio, L. D. Gugino, et P. M. Black, « Patient tolerance of craniotomy performed with the patient under local anesthesia and monitored conscious sedation », *Neurosurgery*, vol. 42, n° 1, p. 28-34; discussion 34-36, janv. 1998, doi: 10.1097/00006123-199801000-00006.
- [99] J. E. Kim, D. G. Kim, S. H. Paek, et H.-W. Jung, « Stereotactic biopsy for intracranial lesions: reliability and its impact on the planning of treatment », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 145, n° 7, p. 547-554; discussion 554-555, juill. 2003, doi: 10.1007/s00701-003-0048-8.
- [100] P. D. Sawin, P. W. Hitchon, K. A. Follett, et J. C. Torner, « Computed imaging-assisted stereotactic brain biopsy: a risk analysis of 225 consecutive cases », *Surg. Neurol.*, vol. 49, n° 6, p. 640-649, juin 1998, doi: 10.1016/s0090-3019(97)00435-7.
- [101] P. K. Dempsey, D. Kondziolka, et L. D. Lunsford, « Stereotactic diagnosis and treatment of pineal region tumours and vascular malformations », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 116, n° 1, p. 14-22, 1992, doi: 10.1007/BF01541248.
- [102] D. Kondziolka, A. D. Firlik, et L. D. Lunsford, « Complications of stereotactic brain surgery », *Neurol. Clin.*, vol. 16, n° 1, p. 35-54, févr. 1998, doi: 10.1016/s0733-8619(05)70366-2.
- [103] L. D. Lunsford, R. J. Coffey, T. Cojocaru, et D. Leksell, « Image-guided stereotactic surgery: a 10-year evolutionary experience », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 54-55, p. 375-387, 1990, doi: 10.1159/000100239.
- [104] D. Kondziolka et L. D. Lunsford, « Results and expectations with image-integrated brainstem stereotactic biopsy », *Surg. Neurol.*, vol. 43, n° 6, p. 558-562, juin 1995, doi: 10.1016/0090-3019(95)00009-7.
- [105] M. Ersahin *et al.*, « The Safety and Diagnostic Value of Frame-Based and CT-Guided Stereotactic Brain Biopsy Technique », *Turk. Neurosurg.*, vol. 21, p. 582-90, oct. 2011, doi: 10.5137/1019-5149.Jtn.4656-11.1.

- [106] S.-Y. Chen, C.-H. Chen, M.-H. Sun, H.-T. Lee, et C.-C. Shen, « Stereotactic biopsy for brainstem lesion: comparison of approaches and reports of 10 cases », *J. Chin. Med. Assoc. JCMA*, vol. 74, n° 3, p. 110-114, mars 2011, doi: 10.1016/j.jcma.2011.01.024.
- [107] J. Rousseau *et al.*, « A frameless stereotaxic localisation system using MRI, CT and DSA », *Acta Neurochir. Suppl.*, vol. 64, p. 40-44, 1995, doi: 10.1007/978-3-7091-9419-5_9.
- [108] « Approche stéréotaxique, diagnostique et thérapeutique des tumeurs cérébrales - EM consulte ». Consulté le: 11 juillet 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/2530/approche-stereotaxique-diagnostique-et-therapeutiq>
- [109] V. Monsaingeon, C. Daumas-Duport, M. Mann, S. Miyahara, et G. Szikla, « Stereotactic Sampling Biopsies in a Series of 268 Consecutive Cases—Validity and Technical Aspects », in *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery* 6, J. Gybels, E. R. Hitchcock, C. Ostertag, G. F. Rossi, J. Siegfried, et G. Szikla, Éd., in *Acta Neurochirurgica*. Vienna: Springer, 1984, p. 195-200. doi: 10.1007/978-3-7091-8726-5_28.
- [110] P. Menei *et al.*, « Stereotaxic implantation of 5-fluorouracil-releasing microspheres in malignant glioma: A Phase I study », *Cancer*, vol. 100, n° 2, p. 405-410, 2004.
- [111] S. K. Hobbs, G. Shi, R. Homer, G. Harsh, S. W. Atlas, et M. D. Bednarski, « Magnetic resonance image-guided proteomics of human glioblastoma multiforme », *J. Magn. Reson. Imaging Off. J. Int. Soc. Magn. Reson. Med.*, vol. 18, n° 5, p. 530-536, 2003.
- [112] M. Šramka et E. Ružický, « MR-guided stereotaxy in functional neurosurgery », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 65, n° 1-4, p. 42-46, 1995.
- [113] W. A. Hall, « The safety and efficacy of stereotactic biopsy for intracranial lesions », *Cancer*, vol. 82, n° 9, p. 1749-1755, 1998, doi: 10.1002/(SICI)1097-0142(19980501)82:9<1756::AID-CNCR23>3.0.CO;2-2.
- [114] R. Sedan, J. C. Peragut, P. H. Farnarier, J. Hassoun, et M. Sethian, « Intra-encephalic stereotactic biopsies (309 patients/318 biopsies) », in *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery* 6, Springer, 1984, p. 207-210.
- [115] N. Sanai, S. P. Wachhorst, N. M. Gupta, et M. W. McDermott, « Transcerebellar stereotactic biopsy for lesions of the brainstem and peduncles under local anesthesia », *Neurosurgery*, vol. 63, n° 3, p. 460-468, 2008.

- [116] V. Rajshekhar et M. J. Chandy, « Computerized tomography—guided stereotactic surgery for brainstem masses: a risk—benefit analysis in 71 patients », *J. Neurosurg.*, vol. 82, n° 6, p. 976-981, 1995.
- [117] J. Steck et W. A. Friedman, « Stereotactic biopsy of brainstem mass lesions. », *Surg. Neurol.*, vol. 43, n° 6, p. 563-7, 1995.
- [118] J. Regis, P. Bouillot, F. Rouby-Volot, D. Figarella-Branger, H. Dufour, et J. C. Peragut, « Pineal region tumors and the role of stereotactic biopsy: review of the mortality, morbidity, and diagnostic rates in 370 cases », *Neurosurgery*, vol. 39, n° 5, p. 907-914, 1996.
- [119] M. L. Apuzzo, P. T. Chandrasoma, D. Cohen, C. S. Zee, et V. Zelman, « Computed imaging stereotaxy: experience and perspective related to 500 procedures applied to brain masses », *Neurosurgery*, vol. 20, n° 6, p. 930-937, juin 1987, doi: 10.1227/00006123-198706000-00019.
- [120] W. Kaakaji, G. H. Barnett, D. Bernhard, A. Warbel, K. Valaitis, et S. Stamp, « Clinical and economic consequences of early discharge of patients following supratentorial stereotactic brain biopsy », *J. Neurosurg.*, vol. 94, n° 6, p. 892-898, juin 2001, doi: 10.3171/jns.2001.94.6.0892.
- [121] « Independent predictors of morbidity after image-guided stereotactic brain biopsy: a risk assessment of 270 cases - PubMed ». Consulté le: 6 juillet 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15926716/>
- [122] P. J. Kelly, B. Kall, et S. Goerss, « Preoperative Computer Determination of Interstitial Iridium-192 Source Placement into CNS Tumor Volumes », in *Advances in Stereotactic and Functional Neurosurgery* 6, Springer, 1984, p. 377-383.
- [123] « The risk of haemorrhage after image guided stereotactic biopsy of intra-axial brain tumours--a prospective study - PubMed ». Consulté le: 6 juillet 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11534670/>
- [124] « Complications of CT-guided stereotactic biopsy of intra-axial brain lesions - PubMed ». Consulté le: 6 juillet 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8027795/>
- [125] C. B. Ostertag, H. D. Mennel, et M. Kiessling, « Stereotactic biopsy of brain tumors », *Surg. Neurol.*, vol. 14, n° 4, p. 275-283, oct. 1980.

- [126] G. Edner, « Stereotactic biopsy of intracranial space occupying lesions », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 57, n° 3, p. 213-234, sept. 1981, doi: 10.1007/BF01664839.
- [127] F. Munding, « CT stereotactic biopsy for optimizing the therapy of intracranial processes », *Acta Neurochir. Suppl. (Wien)*, vol. 35, p. 70-74, 1985, doi: 10.1007/978-3-7091-8813-2_10.
- [128] D. H. Davis, P. J. Kelly, W. R. Marsh, B. A. Kall, et S. J. Goerss, « Computer-Assisted Stereotactic Biopsy of Intracranial Lesions », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 50, n° 1-6, p. 172-177, 1987, doi: 10.1159/000100705.
- [129] G. Blaauw et R. Braakman, « Pitfalls in diagnostic stereotactic brain surgery », *Acta Neurochir. Suppl. (Wien)*, vol. 42, p. 161-165, 1988, doi: 10.1007/978-3-7091-8975-7_32.
- [130] D. G. Thomas et R. M. Nouby, « Experience in 300 cases of CT-directed stereotactic surgery for lesion biopsy and aspiration of haematoma », *Br. J. Neurosurg.*, vol. 3, n° 3, p. 321-325, 1989, doi: 10.3109/02688698909002810.
- [131] A. M. Wild, J. H. Xuereb, P. V. Marks, et J. R. Gleave, « Computerized tomographic stereotaxy in the management of 200 consecutive intracranial mass lesions. Analysis of indications, benefits and outcome », *Br. J. Neurosurg.*, vol. 4, n° 5, p. 407-415, 1990, doi: 10.3109/02688699008992763.
- [132] K. S. O'Neill, P. V. Dyer, B. A. Bell, P. R. Wilkins, D. Uttley, et H. T. Marsh, « Is peroperative smear cytology necessary for CT-guided stereotaxic biopsy? », *Br. J. Neurosurg.*, vol. 6, n° 5, p. 421-427, 1992.
- [133] J. Voges *et al.*, « CT-guided and computer assisted stereotactic biopsy », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 125, n° 1, p. 142-149, 1993.
- [134] M. Bernstein et A. G. Parrent, « Complications of CT-guided stereotactic biopsy of intra-axial brain lesions », *J. Neurosurg.*, vol. 81, n° 2, p. 165-168, 1994.
- [135] P. Grunert, K. Ungersböck, J. Bohl, K. Kitz, et N. Hopf, « Results of 200 intracranial stereotactic biopsies », *Neurosurg. Rev.*, vol. 17, n° 1, p. 59-66, 1994.
- [136] A. Nicolato *et al.*, « Computerized tomography and magnetic resonance guided stereotactic brain biopsy in nonimmunocompromised and AIDS patients », *Surg. Neurol.*, vol. 48, n° 3, p. 267-276, 1997.
- [137] X. Yu *et al.*, « Stereotactic biopsy for intracranial space-occupying lesions: clinical analysis of 550 cases », *Stereotact. Funct. Neurosurg.*, vol. 75, n° 2-3, p. 103-108, 2000.

- [138] M. Field, T. F. Witham, J. C. Flickinger, D. Kondziolka, et L. D. Lunsford, « Comprehensive assessment of hemorrhage risks and outcomes after stereotactic brain biopsy », *J. Neurosurg.*, vol. 94, n° 4, p. 545-551, 2001.
- [139] F. W. Kreth, A. Muacevic, R. Medele, K. Bise, T. Meyer, et H.-J. Reulen, « The risk of haemorrhage after image guided stereotactic biopsy of intra-axial brain tumours—a prospective study », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 143, n° 6, p. 539-546, 2001.
- [140] A. J. Ulm, F. J. Bova, et W. A. Friedman, « Stereotactic biopsy aided by a computer graphics workstation: experience with 200 consecutive cases », *Surg. Neurol.*, vol. 56, n° 6, p. 366-371, 2001.
- [141] R. Grossman, S. Sadetzki, R. Spiegelmann, et Z. Ram, « Haemorrhagic complications and the incidence of asymptomatic bleeding associated with stereotactic brain biopsies », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 147, n° 6, p. 627-631, 2005.
- [142] M. J. McGirt *et al.*, « Independent predictors of morbidity after image-guided stereotactic brain biopsy: a risk assessment of 270 cases », *J. Neurosurg.*, vol. 102, n° 5, p. 897-901, 2005.
- [143] M. J. Teixeira, E. T. Fonoff, M. Mandel, H. L. Alves, et S. Rosemberg, « Stereotactic biopsies of brain lesions », *Arq. Neuropsiquiatr.*, vol. 67, p. 74-77, 2009.
- [144] R. Dammers, J. W. Schouten, I. K. Haitsma, A. J. Vincent, J. M. Kros, et C. M. Dirven, « Towards improving the safety and diagnostic yield of stereotactic biopsy in a single centre », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 152, n° 11, p. 1915-1921, 2010.
- [145] J. Talairach, H. Hecaen, M. David, M. Monnier, et J. Deajuriaguerra, « Recherches sur la coagulation thérapeutique des structures sous-corticales chez l'homme », *Rev. Neurol. (Paris)*, vol. 81, n° 1, p. 4-24, 1949.
- [146] R. J. Coffey, L. D. Lunsford, et F. H. Taylor, « Survival after stereotactic biopsy of malignant gliomas », *Neurosurgery*, vol. 22, n° 3, p. 465-473, 1988.
- [147] B. Moura, D. Migliorini, J. Bourhis, R. Daniel, M. Levivier, et A. F. Hottinger, « Prise en charge des tumeurs cérébrales primaires : une approche multidisciplinaire », *Rev. Médicale Suisse*, vol. 12, n° 516, p. 821-825, 2016, doi: 10.53738/REVMED.2016.12.516.0821.

- [148] T. M. Kinf, H.-H. Capelle, M. J. Mirzayan, J. Boschert, R. Weigel, et J. K. Krauss, « Stereotactic versus endoscopic surgery in periventricular lesions », *Acta Neurochir. (Wien)*, vol. 153, n° 3, p. 517-526, 2011.
- [149] N. L. Dorward, T. S. Paleologos, O. Alberti, et D. G. T. Thomas, « The advantages of frameless stereotactic biopsy over frame-based biopsy », *Br. J. Neurosurg.*, vol. 16, n° 2, p. 110-118, 2002.
- [150] Mirza Pojskic, MD *, Vincent Nguyen, MD†, Goran Lakicević, MD, * et PhD§, Kenan I. Arnautovic, MD, PhD * ‡ ¶, « Microsurgical Resection of Brain Stem Ependymoma: 2- Dimensional Operative Video ».

12. Annexes

✓ Fiche technique (BST)

1-Nom – Prénom :

N° de dossier :

2-Age :.....ans

3-Sexe : F ☐ M ☐

4-adresse :

5-Téléphone :.....

6-Date d'intervention :.....

7-Antécédents :.....

8-Histoire de la maladie

-Le début de la symptomatologie :.....

-SF :	OUI	NON
○ Troubles de conscience	☐	☐
○ HTIC :	☐	☐
○ Aphasie : type :	☐	☐
○ TBL sphinctérien :	☐	☐
○ Comitialité : type :	☐	☐
○ Autres :		

-Durée d'évolution :.....mois

10-Examen clinique :

-État général : Indice de Karnofsky :.....

-GCS :

-Examen neurologique :

-FO : mesure AV : CV :

- Sd clinique.....

11-TDM

Lésions :

- Nombre :

- Siège : à droite ☐

À gauche ☐

-Sustentorienel :

Frontale ☐

Temporale ☐

Pariétale ☐

Occipitale ☐

Thalamique ☐

Ligne médiane : suprasellaire ☐

Pinéal ☐

-FCP :-cervelet ☐

-tronc cérébral : -bulbe ☐

-protubérance ☐

-mésencéphale ☐

-œdème :

- Aspect :

○ Kystique ☐

○ Charnu ☐

○ Mixte ☐

12-IRM

Lésions :

- Nombre

- Siège : à droite ☐

à gauche ☐

-sustentorienel :

Frontale ☐

Temporale ☐

Pariétale ☐

Occipitale ☐

Thalamique ☐

Ligne médiane : suprasellaire ☐

Pinéal ☐

-FCP : -cervelet ☐

-tronc cérébral : -bulbe ☐

-protubérance ☐

-mésencéphale ☐

-œdème :

- Aspect :

○ Kystique ☐

○ Charnu ☐

○ Mixte ☐

13-Diagnostics évoqués en préopératoire :

1/.....

2/.....

3/.....

14- bilan d'extension :

○ RX thorax ☐

○ Échographie abdominale ☐

○ SCANNER thoraco-abdominal ☐

○ Scintigraphie osseuse ☐

Résultats :

Lésions multiples extra crâniennes.....

Néo primitif :

15- Indication à la biopsie :

- Siège profond ☐

- Zones fonctionnelles ☐

- Autres : ☐

16-Procédure BST :

Cadres utilisés :

Positionnement : sustentorienel ☐

FCP ☐

Type d'anesthésie : lors de la pose

Lors de la BST :

Repérage scannographique :

- coupes :

-épaisseur :.....mm

Biopsie :

-Types d'échantillonnage : rosette et étagé

- Nombre de carottes :

Pénibilité de l'acte vécu par les patients :

Bien supporté ☐

Difficilement supporté ☐

17-TDM de contrôle :.....

18-Incidents

19-Évolution clinique immédiate :

20-Histologie concluante :.....

21-Immunohistochimie :.....

.....

22-TRT complémentaire :

_ RTH ☐

_ CTH ☐

_ Chirurgie éveillée ☐

_ Reprise chirurgicale à ciel ouvert ☐

_ Abstention chirurgicale ☐

23-Évolution à long terme :

Dates de suivi :

Durée de suivi : 1 mois

Résultats :

-clinique :.....

-radiologique :.....

6mois.

-clinique :.....

-radiologique :.....

1an

-clinique :.....

-radiologique :.....

2 ans

-clinique :.....

-radiologique :.....

✓ **Indice de Karnofsky**

Capable de mener une activité normale	100 %	Normal, pas de signe de maladie.
	90 %	Peut mener une activité normale, symptômes mineurs de la maladie, totalement autonome.
	80 %	Peut mener une activité normale, mais avec effort, symptômes ou signes mineurs, totalement autonomes.
Incapable de travailler, capable de vivre chez lui et d'assumer ses besoins personnels, une assistance variable est nécessaire	70 %	Peut se prendre en charge, incapable de mener une activité normale, autonome, mais à stimuler.
	60 %	Nécessite une aide occasionnelle, mais peut prendre en charge la plupart des besoins, semi-autonome.
	50 %	Nécessite une aide suivie et des soins médicaux fréquents, semi-autonome.
	40 %	Handicapé, nécessite une aide et des soins particuliers.
Incapable de s'occuper de lui-même, nécessite des soins hospitaliers ou l'équivalent	30 %	Sévèrement handicapé, dépendant.
	20 %	Très malade soutien actif, absence totale d'autonomie.
	10 %	Moribond, processus fatal progressant rapidement.

13. 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. C'est une technique neurochirurgicale qui utilise un cadre pour diriger avec une grande précision une électrode, une aiguille de biopsie ou tout autre dispositif jusqu'à une cible intracérébrale en utilisant un repérage dans les trois plans de l'espace. C'est une méthode fiable, simple et peu traumatique, indiquée pour les types de tumeurs non adaptés à une chirurgie à ciel ouvert du fait du risque inhérent que peut engendrer cette chirurgie.

Le but de ce travail est de présenter l'expérience du service de neurochirurgie de CHU IBN ROCHD ANNABA ainsi que d'évaluer l'efficacité et l'innocuité de cette technique.

Matériel et méthode

Étude descriptive portant sur une série de cas dont le recueil s'est fait d'une manière prospective dans notre service de neurochirurgie C.H.U. Annaba sur une période de 6 ans. (Janvier 2013- décembre 2018).

Une fiche d'exploitation qui comporte les données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, anatomopathologiques et évolutives. Tous les patients ont bénéficié d'une TDM, avec un complément IRM si nécessaire.

Le cadre utilisé est de type MICROMAR, avec un repérage scannographique classique. Le scanner de contrôle était systématique, ce dernier a été complété par une étude anatomopathologique définitive.

L'examen anatomopathologique extemporané n'était pas réalisé.

Résultats

72 patients ont bénéficié de gestes de biopsies stéréotaxiques à visée diagnostique.

Il s'agissait de 47 hommes et 25 femmes (sex-ratio : H/F = 1,88) dont la moyenne d'âge était de 52,77 ans avec des extrêmes de 17 à 87 ans. Le délai moyen de consultation était de 3,06 mois (1 mois à 2 ans). La présentation clinique était dominée par le syndrome d'hypertension intracrânienne (77,8 % des cas), suivi du déficit neurologique (63,9 % des cas), des crises

épileptiques (25 % des cas). D'autres symptômes ont été notés : troubles de langage (36,1 % des cas).

Les lésions étaient uniques dans 97,2 % des cas et multiples dans 2,8 % des cas. De siège thalamique dans 22,20 % des cas, pariétal dans 20,80 %, dans 13,90 % des cas au niveau du corps calleux, la localisation frontale représente 12,5 %, occipitale est de 2,8 % et finalement le tronc cérébral est de 4,2 %.

L'étude anatomopathologique a montré 85,9 % de tumeurs gliales, 5,6 % de métastases, 4,3 % de lymphome, 2,9 % de tuberculome, 1,4 % d'épendymome grade II.

La biopsie était non concluante dans 1 cas (1,38 % des cas). La mortalité était nulle. La morbidité est représentée par les hématomes qui constituent la complication la plus rencontrée dans notre série avec 6 cas (soit 8,4 %). 1 cas d'hémorragie intra-ventriculaire, soit 1,4 %, asymptomatique au scanner de contrôle avec une bonne évolution, 1 cas d'hémorragie sur le trajet de la biopsie, soit 1,4 % et deux cas d'œdème ont été détectés, soit 2,8 %.

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.

Mots-clés : BST, Tumeurs cérébrales profondes, Cadre de stéréotaxie, Diagnostic histologique, TDM cérébrale.

Directeur de thèse

Pr M. BOUAZIZ

Chef de service de neurochirurgie

CHU Annaba

Candidate :

Dr N. SAMAI

Maître assistante en neurochirurgie

CHU Annaba

Courriel : samai_naouel@yahoo.fr

Abstract

Introduction and objectives

Stereotaxic surgery is a neurosurgical tool allowing access to intracranial lesions in a minimally invasive manner, either for diagnostic or therapeutic purposes. It is a neurosurgical technique that uses a frame to direct with great precision an electrode, a biopsy needle, or any other device to an intracerebral target using tracking in the three spatial planes. It is a reliable, simple, and minimally traumatic method indicated for types of tumors that are unsuitable for open surgery due to the inherent risk that this surgery can cause.

The aim of this work is to present the experience of the neurosurgery department of CHU IBN ROCHD ANNABA as well as assess the efficacy and safety of this technique.

Material and method

A descriptive study of a series of cases collected prospectively in our C.H.U. neurosurgery department. Annaba over a period of 5 years (January 2013–December 2018). An operating sheet that includes epidemiological, clinical, radiological, anatomopathological, and evolutionary data. All patients underwent CT, with additional MRI if necessary. The frame used is of the MICROMAR type, with classic scannographic identification. The control scanner was systematic; it was supplemented by a definitive anatomopathological study. An extemporaneous pathological examination was not performed.

Results

72 patients benefited from stereotaxic biopsy procedures for diagnostic purposes. They were 47 men and 25 women (sex ratio: M / F = 1,88) whose average age was 52,77 years with extremes of 17 to 87 years. The average consultation time was 3,06 months (1 month to 2 years). The clinical presentation was dominated by intracranial hypertension syndrome (77,8 % of cases), followed by neurological deficit (63,9 % of cases) and epileptic seizures (25 % of cases). Other symptoms were noted: language disorders (36,1 % of cases). Lesions were unique in 97,2 % of cases and multiple in 2,8% of cases. Thalamic seat in 22,20 % of cases, parietal in 20,80 %, in 13,90 % of cases at the level of the corpus callosum, the frontal location represents 12,50 %, occipital is 2,80 %, and finally the brainstem is 4,20 %. The anatomopathological study showed 85,9 % glial tumors, 5,6% metastases, 4,3 % lymphoma, 2,9% tuberculoma, and 1,4% grade II

ependymoma. The biopsy was inconclusive in 1 case (1,38 % of cases). Mortality was zero. Morbidity is represented by hematomas, which are the most common complication in our series with 6 cases (or 8,4). 1 case of intraventricular hemorrhage, i.e., 1,4 %, was asymptomatic on the control CT scan with good progress; 1 case of hemorrhage on the way to the biopsy, i.e., 1,4 %; and two cases of edema were detected, i.e., 2,8 %.

Conclusion

The preliminary experience in this series is encouraging. Good control of the gesture, better morphological evaluation by multimodal imaging techniques, and a refined anatomopathological study (with an immunohistochemical examination) would increase the reliability of this promising surgical technique.

Keywords: BST, deep brain tumors, stereotaxis framework, histological diagnosis, cerebral CT.

Supervisor:

PR M. BOUAZIZ

Head of Neurosurgery Department
at the Annaba University Hospital

Candidate:

DR N. SAMAI

Assistant Master in Neurosurgery
at the Annaba University Hospital
e-mail : samai_naouel@yahoo.fr

الملخص

المقدمة والأهداف

جراحة التوضيع التجسيمي هي أداة جراحية عصبية تسمح بالوصول إلى الآفات داخل الجمجمة بطريقة طفيفة التوغل، إما لأغراض التشخيص أو العلاج، وهي تقنية جراحة عصبية تستخدم إطارًا لتوجيه قطب كهربائي بدقة كبيرة أو إبرة خزعة أو أي جهاز آخر إلى داخل المخ. الهدف باستخدام التتبع في المستويات المكانية الثلاث. إنها طريقة موثوقة وبسيطة وذات حد أدنى من الصدمات، وهي موصوفة لأنواع الأورام غير المناسبة للجراحة المفتوحة بسبب المخاطر الكامنة التي يمكن أن تسببها هذه الجراحة.

الهدف من هذا العمل هو تقديم تجربة قسم جراحة المخ والأعصاب في المركز الاستشفائي الجامعي بعنابة وكذلك لتقييم فعالية وسلامة هذه التقنية.

المواد وطريقة العمل

دراسة وصفية لسلسلة من الحالات التي تم جمعها مستقبليًا في قسم جراحة المخ والأعصاب لدينا. عناية على مدى 6 سنوات (يناير 2013-ديسمبر 2018) ورقة العمليات التي تشمل البيانات الوبائية والسريية، والإشعاعية، والتشريحية، والتطورية. خضع جميع المرضى للتصوير المقطعي المحوسب، مع التصوير بالرنين المغناطيسي الإضافي إذا لزم الأمر. الإطار المستخدم من نوع **مكرومار**، مع تحديد مسح ضوئي كلاسيكي. كان الماسح الضوئي التحكم منهجيًا، وتم استكمالته بدراسة تشريحية مرضية نهائية. لم يتم إجراء الفحص المرضي الارتجالي.

النتائج

استفاد 72 مريضاً من إجراءات الخزعة بالتوضيع التجسيمي لأغراض التشخيص. كانوا 47 رجلاً و25 امرأة (نسبة الجنس: $M / F = 1,88$) وكان متوسط أعمارهم 52,77 عامًا مع أقصى درجات 17 إلى 87 عامًا. كان متوسط وقت الاستشارة 3,06 شهرًا (من شهر واحد إلى سنتين). سيطر على العرض السريري متلازمة ارتفاع ضغط الدم داخل الجمجمة (77,8% من الحالات) ، يليها العجز العصبي (63,9% من الحالات) ، نوبات الصرع (25% من الحالات). ولوحظت أعراض أخرى: اضطرابات اللغة (36,1% من الحالات).

كانت الآفات فريدة في 97,2% من الحالات ومتعددة في 2,8% من الحالات. المقعد الثالامي في 22,20% من الحالات، الجداري 20,80%، في 13,90% من الحالات على مستوى الجسم الثفني ، الموضع الأمامي 12,50% ، القذالي 2,80% وأخيراً جذع الدماغ 4,20%.

أظهرت الدراسة التشريحية المرضية 85,9% أورام دبقية، 5,6% نفاثل، 4,3% ليمفوما ، 2,9% ورم سل ، 1,4% ورم بطاني من الدرجة الثانية.

كانت الخزعة غير حاسمة حالة واحدة (1,38% من الحالات). كان معدل الوفيات صفراً. يتم تمثيل المراضة من خلال الأورام الدموية التي تعد أكثر المضاعفات شيوعاً في سلسلتنا مع 6 حالات (أو 8,4%). تم الكشف عن حالة واحدة من حالات النزف داخل البطيني ، أي 1,4% بدون أعراض على فحص التصوير المقطعي المحوسب مع تقدم جيد ، وحالة نزيف في الطريق إلى الخزعة ، أي 1,4% وحالتان من الوذمة ، أي 2,8%.

استنتاج

التجربة الأولية في هذه السلسلة مشجعة. إن التحكم الجيد في الإيماءة، والتقييم المورفولوجي الأفضل من خلال تقنيات التصوير متعدد الوسائط بالإضافة إلى دراسة تشريحية مرضية دقيقة (مع فحص كيميائي مناعي) من شأنه أن يزيد من موثوقية هذه التقنية الجراحية الواعدة.

الكلمات المفتاحية:

ب س تي ، أورام الدماغ العميقة ، هيكل التجسيمي ، التشخيص النسيجي ، التصوير المقطعي الدماغي.

المشرف: بوعزيز. م

رئيس قسم جراحة المخ والأعصاب

المركز الاستشفائي الجامعي بعنابة

المرشح: ن. سامعي

أستاذ مساعد في جراحة المخ والأعصاب

المركز الاستشفائي الجامعي بعنابة

البريد الإلكتروني: samai_naouel@yahoo.fr