



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2022

Thèse N° 374

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale: expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 20/12/2022

PAR

**Mlle. Raouia Daaoufi**

Née le 19/04/1998 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

### MOTS-CLÉS

BIOPSIE STEREOTAXIQUE-PROCESSUS INTRACRANIEN- TOMODENSITOMETRIE

### JURY

**Mr. S.AIT BENALI**

Professeur de Neurochirurgie

**Mr. H.BAALLAL**

Professeur de Neurochirurgie

**Mr. A.AKHADDAR**

Professeur de Neurochirurgie

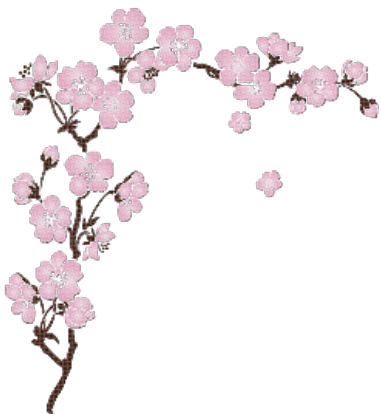
PRESIDENT

RAPPORTEUR

JUGE

رَبِّ أَوْزَعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي  
أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ  
صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي  
تَبَّتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ

الأحقاف: 15



## **Serment d'Hippocrate**

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

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

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

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

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

*Les médecins seront mes frères.*

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

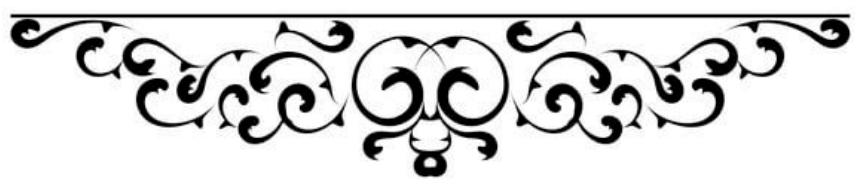
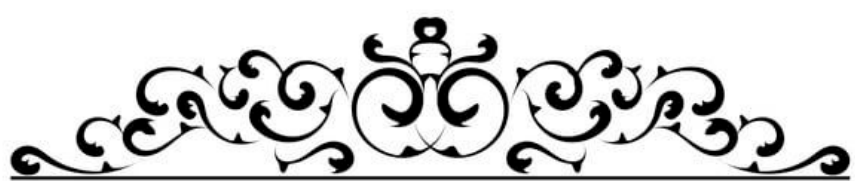
*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

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

*Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

**Déclaration Genève, 1948**





**UNIVERSITE CADI AYYAD  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE  
MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

**ADMINISTRARATION**

Doyen

: Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux affaires pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Vice doyen chargé de la Pharmacie

: Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Général

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FAKHRI Anass	Histologie- embyologie cytogénétique
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	FOURAJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ADALI Imane	Psychiatrie	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	JALAL Hicham	Radiologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique	KADDOURI Said	Médecine interne
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
ALI Soumaya	Radiologie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation

AMAL Said	Dermatologie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KHOUCANI Mouna	Radiothérapie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KISSANI Najib	Neurologie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KRIET Mohamed	Ophthalmologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie -Virologie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique	LAKMICH Mohamed Amine	Urologie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAOUAD Inass	Néphrologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BENJELLOUN HAZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	MOUFID Kamal	Urologie

BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie - chimie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophthalmologie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio-Vasculaire	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOURRAHOUCAT Aicha	Pédiatrie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOURROUS Monir	Pédiatrie	NARJIS Youssef	Chirurgie générale
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	OUBAHA Sofia	Physiologie
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	QACIF Hassan	Médecine interne
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
DAHAMI Zakaria	Urologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	RADA Noureddine	Pédiatrie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SARF Ismail	Urologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	SORAA Nabila	Microbiologie - Virologie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique

EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
EL IDRISSI SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	ZOUHAIR Said	Microbiologie
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	ZYANI Mohammed	Médecine interne
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne		

#### Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie- embyologie cytogénétique
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ALJALIL Abdelfattah	Oto- rhino- laryngologie	MESSAOUDI Redouane	Ophthalmologie
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	NADER Youssef	Traumatologie orthopédie



ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	RHARRASSI Isam	Anatomie-patologique
BELHADJ Ayoub	Anesthésie -Réanimation	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
CHRAA Mohamed	Physiologie	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio- vasculaire	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
ESSADI Ismail	Oncologie Médicale	BELGHMAIDI Sarah	OPhtalmologie
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie
Hammoune Nabil	Radiologie	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- vasculaire
FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio- organique		

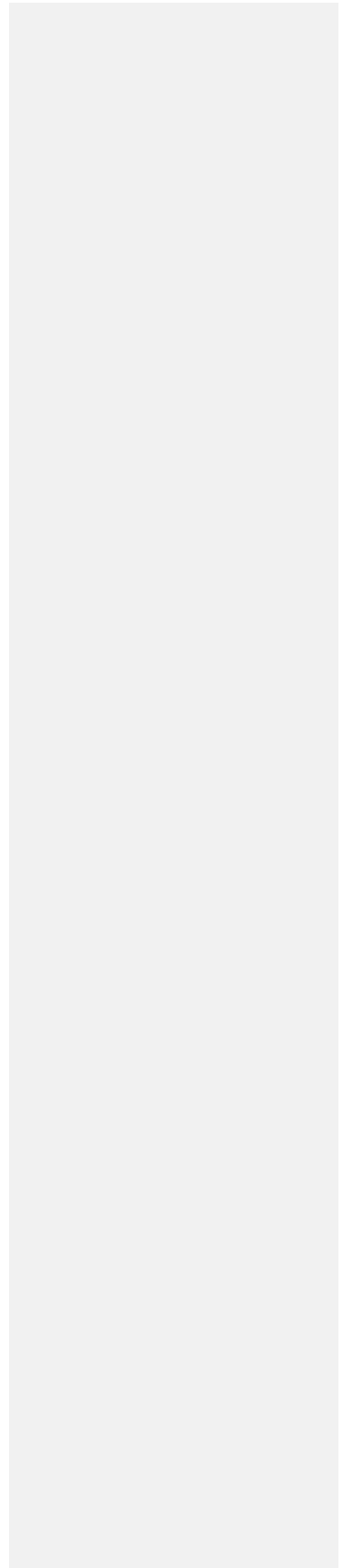
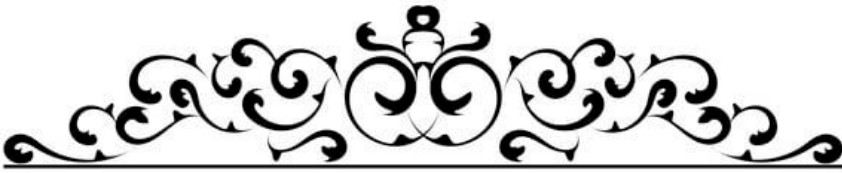
#### Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
AABBASSI Bouchra	PédoPsychiatrie	ELJAMILI Mohammed	Cardiologie
ABALLA Najoua	Chirurgie pédiatrique	ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation
ABOUDOURIB Maryem	Dermatologie	EL-QADIRY Raby	Pédiatrie
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	FASSI Fihri Mohamed jawad	Chirurgie générale
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	GEBRATI Lhoucine	Chimie physique
AHBALA Tariq	Chirurgie générale	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie

AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	HAJJI Fouad	Urologie
AKKA Rachid	Gastro - entérologie	HAMRI Asma	Chirurgie Générale
AMINE Abdellah	cardiologie	HAZIME Raja	Immunologie
ARROB Adil	Chirurgie réparatrice et plastique	IDALENE Malika	Maladies infectieuses
AZAMI Mohamed Amine	Anatomie pathologique	JALLAL Hamid	Cardiologie
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chir maxillo faciale	KHALLIKANE Said	Anesthésie-réanimation
AZIZI Mounia	Néphrologie	LACHHAB Zineb	Pharmacognosie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAHMINI Widad	Pédiatrie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LAMRANI HANCHI Asmae	Microbiologie-virologie
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELLASRI Salah	Radiologie	MAOUJOUR Omar	Néphrologie
BENAMEUR Yassir	Médecine nucléaire	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie - Virologie
BENCHAFAI Ilias	Oto- rhino- laryngologie	MOUGUI Ahmed	Rhumatologie
BENYASS Youssef	Traumatologieorthopédie	MOULINE Souhail	Microbiologie-virologie
BENZALIM Meriam	Radiologie	NASSIH Houda	Pédiatrie
BOUHAMIDI Ahmed	Dermatologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	RAGGABI Amine	Neurologie
CHEGGOUR Mouna	Biochimie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	RHEZALI Manal	Anesthésie-réanimation
CHETTATI Mariam	Néphrologie	ROUKHSI Redouane	Radiologie

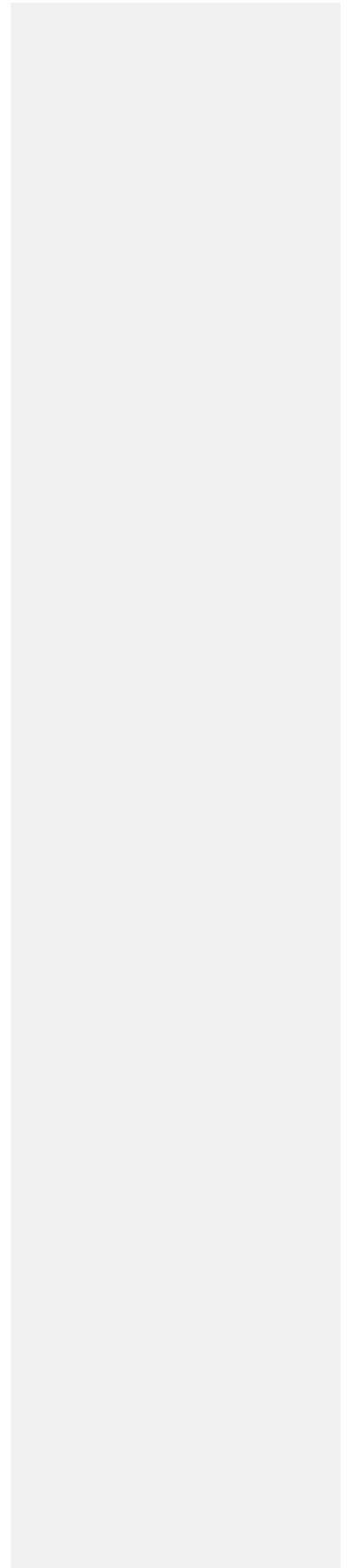
DAMI Abdallah	Médecine Légale	SAHRAOUI Houssam Eddine	Anesthésie-réanimation
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	SALLAHI Hicham	Traumatologie-orthopédie
DOUIREK Fouzia	Anesthésie- réanimation	SAYAGH Sanae	Hématologie
DOULHOUSNE Hassan	Radiologie	SBAAI Mohammed	Parasitologie-mycologie
EL- AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	SBAI Asma	Informatique
EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio-organique	SIRBOU Rachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	SLIOUI Badr	Radiologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	WARDA Karima	Microbiologie
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	YAHYAOUI Hicham	Hématologie
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie mycologie	YANISSE Siham	Pharmacie galénique
EL JADI Hamza	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	ZIRAOUI Oualid	Chimie thérapeutique
ELATIQUI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	ZOUIITA Btissam	Radiologie

LISTE ARRÊTÉE LE 26/09/2022





*Je dois avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenu durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec grand amour, respect et gratitude que je dédie ce modeste travail comme preuve de respect et de reconnaissance à :*



اللَّهُ  
بِجَلَالِهِ

Tout d'abord à ALLAH

Le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Qui m'a inspirée et guidée dans le bon chemin, Je lui dois ce que je suis devenue.

Louanges et remerciements pour sa clémence et sa miséricorde.

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتِمُّ الصَّالِحَاتُ

*À mes très chers parents ♥*

*À ceux qui m'ont donné la vie, à ceux qui m'ont toujours tout donné sans jamais rien compter, Vous êtes les meilleurs parents que l'on puisse espérer et je ne peux que vous être reconnaissante. Je vous adore et j'espère vous avoir rendus fiers.*

*وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا*

*À ma très chère mère SAIDA AIT LMODDAN*

*À la plus douce et la plus attentionnée des mamans, À la prunelle de mes yeux, À ma Cartésienne d'amour*

*Maman chérie tu es la raison de ma joie et de mon sourire je ne peux pas imaginer ma vie sans toi. Je remercie Dieu pour ta présence à mes côtés. Je ne vais jamais oublier tes nombreux sacrifices pour moi. Un coup d'œil dans tes beaux yeux était suffisant pour vaincre ma souffrance et creuser dans la voie de la réussite. Tu as cru en moi quand je n'y croyais plus. tu n'as pas cessé de me soutenir et de m'encourager. ton amour, ta générosité exemplaire et ta présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. tes prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes études. Merci d'être ce puits inépuisable d'amour et cet océan de tendresse. Tu es mon exemple et le plus précieux trésor de ma vie. Puisse Dieu tout puissant, t'accorder longévité et bonne santé.*

*Je t'aime plus que tout ma vie.*

*A l'âme de mon très cher père  
DAAOUFI HAMID*

*Tu étais et tu resteras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, ta persévérance et ta patience. Tu m'avais appris le sens du travail, de l'honnêteté et de la responsabilité. Ta bonté et ta générosité extrême étaient sans limites. Tes prières étaient pour moi un grand soutien moral tout au long de mes études.*

*J'aurais aimé que tu sois présent à mes côtés ce jour. Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour éternel et mon chagrin en exposant cette thèse en ton absence. Je ne t'oublierai jamais, ton image reste graver dans ma mémoire. Personne ne peut combler ton absence dans ma vie et spécialement aujourd'hui. Mais sache que tu es toujours présent dans mon cœur. En ce jour, j'espère cher père, réaliser un de tes rêves.*

*Que Dieu, le tout puissant, t'accueille dans son éternel paradis.*

*Je t'aime infiniment mon héros.*



*Ma sœur Fatima Ezahra DAAOUFI et son mari Hassan LAMHADEN*  
Fati quoi que je dise, je ne saurai exprimer l'amour et la tendresse  
que j'ai pour toi. tu es une deuxième maman et ma sœur adorée.  
Je t'aime de tout mon cœur et aucun mot ni action ne  
pourra mesurer l'ampleur de cet amour. Je ne peux pas imaginer  
ma vie sans toi tant nos fous rires comptent pour moi. Ma sœur et  
consœur.

*HASSAN*, toi qui es devenu un deuxième grand frère pour moi et  
ami sincère. Tu es la preuve que les liens du sang ne définissent  
guère la famille. Merci infiniment pour votre soutien, votre aide  
et votre générosité qui ont été pour moi une source de courage et  
de confiance.

Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens qui  
nous unissent.

Puisse Dieu le tout-puissant vous préserver du mal, vous combler  
de santé et de bonheur, et vous tracer le chemin que vous  
souhaitez.

*Ma sœur Nour el houda DAAOUFI et son mari Abdelwadoud EL  
MOUISSI,*

Merci pour tout ce que tu fais pour moi sœur, personne sur cette  
terre ne me comprend mieux que toi, tant pour mes malheurs que  
pour mon humour douteux. Si je pouvais choisir n'importe quelle  
sœur sur cette planète je te choisirai mille fois. Merci de faire de  
moi une meilleure personne chaque jour que Dieu fait.

*Abdelwadoud*, mon beau-frère préféré, tu as toujours été là pour  
moi et saches que je le serai pour toi également. Toutes mes  
taquineries ne sont que l'expression de mon affection pour toi.

Vous m'avez toujours soutenu tout au long de mon parcours.  
Je vous dédie ce travail à vous, et je ne vous remercierai jamais  
assez pour tout ce que vous m'avez appris. Que Dieu puisse vous  
protéger et vous garder à mes côtés pour toute la vie.

***A MES NIECES ET NEVEU : ALIAE EL MOUISSI , JAWHARA Et HAROUN LAMHADEN***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Que Dieu vous garde, éclaire votre voie et vous aide à réaliser à votre tour tous vos vœux les plus chers. J'espère que cet humble travail de votre tante vous apportera un jour de la fierté car je dédie ce travail spécialement à vous trois.*

***A la mémoire de mes grands-parents :***

*J'aurais souhaité votre présence mais le destin vous a pris si tôt. J'espère que, de là-haut, vous êtes fière de votre petite fille. Vous resterez à jamais gravée dans mon esprit et dans mon cœur. Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.*

***À de ma tante Fatima El MODDAN***

*A la femme forte, sage et tendre. À la personne qui m'a toujours considéré comme sa propre fille. Merci pour ta bonté et ton soutien. Merci d'être fière de moi et pour tes encouragements durant mes études.*

*Que Dieu tout puissant, te préserve de tout mal, te comble de santé, de bonheur et t'accorde une longue et heureuse vie afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois.*

***A mes oncles et tantes et leurs conjoints, cousins et cousines, A toute la famille DAAOUFI et AIT EL MODDAN.***

*J'aurai aimé citer chacun de vous par son nom, mais même mille pages ne sauraient suffire pour vous témoigner toute mon affection. J'espère que vous trouverez à travers ce travail l'expression de mes sentiments les plus chaleureux. Que ce travail vous apporte l'estime et le respect que je porte à votre égard, et soit la preuve du désir que j'ai depuis toujours de vous honorer. Tous mes vœux de bonheur et de santé.*

***A ma très chère SOUMIA CHAHBALANI***

*A peine 7 ans depuis notre première rencontre, pourtant j'ai l'impression de t'avoir toujours connue. On a commencé ensemble, et nous voilà entraîné de tracer nos chemins ensemble. Je suis heureuse et chanceuse d'avoir une sœur de cœur comme toi. Je te remercie d'être la merveilleuse personne que tu es : brillante, bienveillante, inspirante.*

*Cette dédicace est en témoignage de mon grand amour et ma gratitude infinie. Que Dieu te protège et te réserve le meilleur avenir, et puisse l'amour et la fraternité nous unir à jamais.*

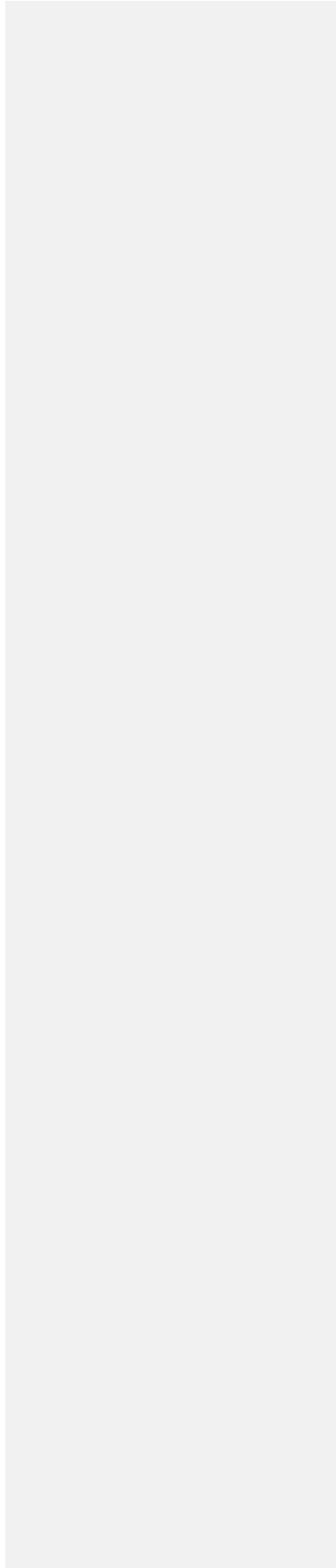
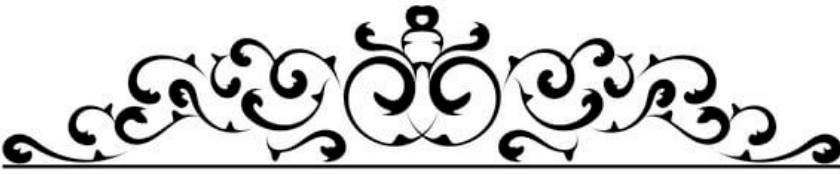
***Mes très chers amis Yasmine BOUHITANE, Salma EL BAHJ, Fatimazahra BZIZ, Khaoula BOUTRIH, Hind CHENTER, Nora CHOUJAA, Salma EL GHAYTI, Samira BENZI, Anas CHAFRI, IHAB CHIHAB, Amine AFIF, Ayyoub AIT LQADI  
Ou plutôt à mes frères et sœurs !***

*En souvenir des moments merveilleux que nous avons passés et aux liens solides qui nous unissent. Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements et votre aide. Le lien que nous avons réussi à forger tout au long de ces années n'est guère ordinaire, j'espère que notre amitié dure éternellement. Je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans votre vie professionnelle que personnelle. Je prie Dieu pour que notre amitié et fraternité soient éternelles...*

***A Dr ADRAOUI AMINE***

*Pour l'aide que vous m'avez porté durant la réalisation de ce travail, veuillez trouver  
Ici l'expression de mes sincères considérations et ma profonde gratitude.*

***A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de citer. A tous ceux qui ont participé de près ou de loin d'élaboration de ce travail. A tous ceux qui ont pour mission cette tâche de soulager l'être humain et d'essayer de lui procurer le bien-être physique, psychique et social. A tous mes maîtres auprès de qui j'ai eu l'honneur d'apprendre. A tous les médecins et le cadre médical. A tous les patients, puisse Dieu tout puissant vous accorder un prompt rétablissement et soulager vos souffrances A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur A tous ceux connus ou inconnus qui vont feuilleter un jour ce travail***



**A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE MONSIEUR  
LE PROFESSEUR AIT BEN ALI SAÏD , PROFESSEUR  
D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR EN NEUROCHIRURGIE ET  
CHÉF DE SERVICE DE NEUROCHIRURGIE AU CHU  
MOHAMED VI DE MARRAKECH.**

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de notre jury de thèse. Votre gentillesse extrême, votre compétence pratique, votre sens du devoir, vos qualités humaines et professionnelles, ainsi que votre compréhension à l'égard des étudiants, nous inspirent une grande admiration et un profond respect. Je vous remercie de la confiance que vous avez bien voulu m'accorder, J'ai eu la chance de compter parmi vos étudiants et de profiter de l'étendue de votre savoir. Vos remarquables qualités humaines et professionnelles ont toujours suscité ma profonde admiration.*

*En présidant ce jury, Veuillez accepter, cher maître, le témoignage de notre profonde gratitude.*

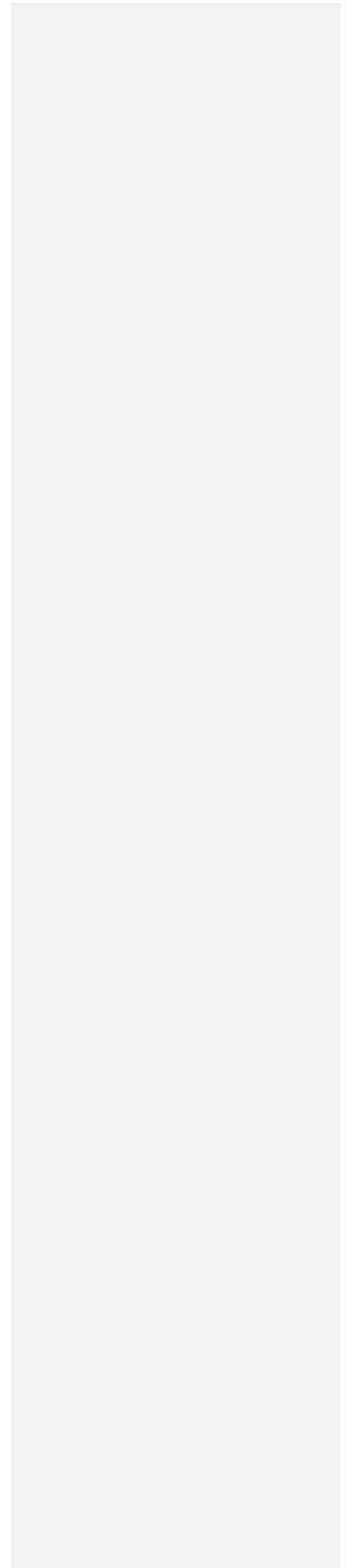
**A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR BAALLAL HASSAN  
PROFESSEUR AGREGÉ EN NEUROCHIRURGIE A  
L'HOPITAL MILITAIRE AVICENNE, AGADIR.**

*Vous m'avez fait un grand honneur en acceptant de me confier ce travail. Je vous remercie de votre patience, votre disponibilité, de vos encouragements et de vos précieux conseils dans la réalisation de ce travail. Vos qualités professionnelles et humaines me servent d'exemple. Je suis très fière d'avoir appris auprès de vous et j'espère avoir été à la hauteur de votre attente. Veuillez croire à l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon grand respect.*

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE PROFESSEUR  
AKHADDAR ALI PROFESSEUR AGREGÉ EN  
NEUROCHIRURGIE ET CHÉF DE SERVICE DE  
NEUROCHIRURGIE A L'HOPITAL MILITAIRE AVICENNE  
DE MARRAKECH.

*J'ai trouvé en vous, le maître généreux de son savoir, le médecin humaniste, le chirurgien habile et le père affectueux. Vous m'avez comblé de gratitude par votre gentillesse et votre modestie. Votre disponibilité malgré vos occupations et responsabilités me touchent profondément.*

*Vous avez accepté très spontanément de juger cette thèse. Je suis très honorée par votre présence. Je vous remercie infiniment de l'intérêt que vous avez bien voulu accorder à ce travail ainsi que de l'accueil aimable et bienveillant que vous m'avez accordé. Veuillez accepter, cher Professeur, ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères.*

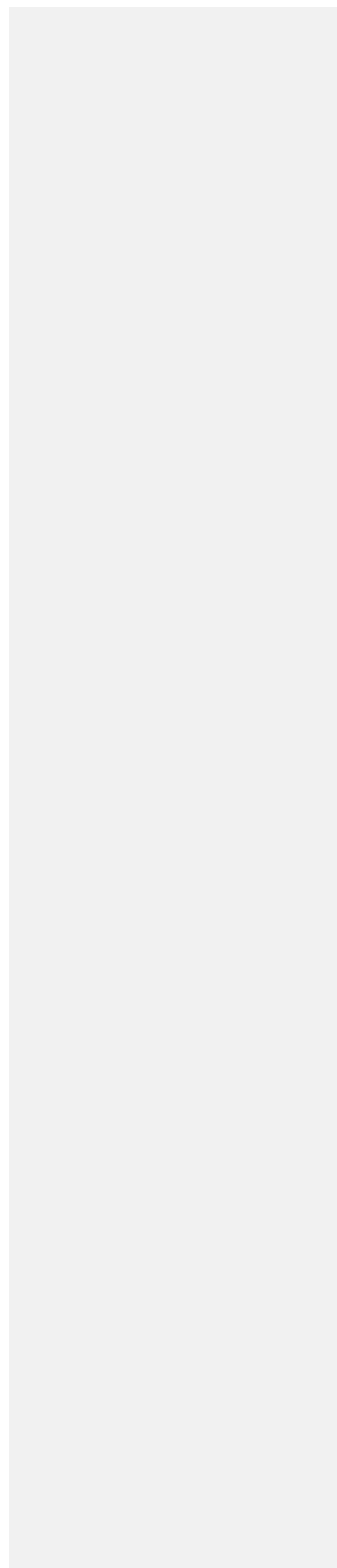
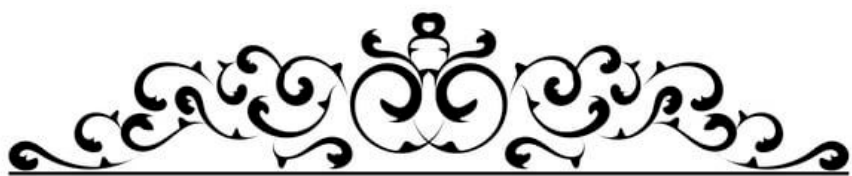


## Liste des abréviations :

<b>IRM</b>	:	L'Imagerie par Résonance Magnétique
<b>TDM</b>	:	Tomodensitométrie
<b>BST</b>	:	Biopsie Stéréotaxique
<b>HMIMV</b>	:	Hôpital Militaire d'Instruction Mohamed V
<b>CHU</b>	:	Centre Hospitalier Universitaire
<b>SNC</b>	:	Système Nerveux Central
<b>LCR</b>	:	Liquide Céphalo-Rachidien
<b>FCP</b>	:	Fosse Cérébrale Postérieure
<b>PEIC</b>	:	Processus expansif intracrânien
<b>OMS</b>	:	Organisation Mondiale de la Santé
<b>TEP</b>	:	Tomographie par émission de positions
<b>SRM</b>	:	Spectroscopie Par Résonance Magnétique
<b>11C-MET</b>	:	Méthionine marquée au carbone 11
<b>18-FDG</b>	:	Glucose marqué au fluor 18
<b>18-FET</b>	:	Tyrosine fluorée
<b>MAP-2</b>	:	Microtubule Associated Protein-2
<b>NAA</b>	:	N-acétyl-aspartate
<b>Cho</b>	:	Choline
<b>Cr</b>	:	Créatine
<b>Lac</b>	:	lactates
<b>ATCD</b>	:	Antécédents
<b>HTA</b>	:	Hypertension Artérielle
<b>HTIC</b>	:	Hypertension Intracrânienne
<b>FO</b>	:	Fond d'œil



<b>AEG</b>	:	Altération de l'état générale
<b>CPA</b>	:	Consultation Pré Anesthésique
<b>NFS</b>	:	Numération formule sanguine
<b>VVP</b>	:	Voie veineuse périphérique
<b>TDM TAP</b>	:	Scanner thoraco -abdomino -pelvien
<b>IHC</b>	:	Immunohistochimie
<b>GFAP</b>	:	Protéine Gliofibrillaire Acide
<b>MAP-2</b>	:	Microtubule Associated Protein-2
<b>SEEG</b>	:	Stéréo-électro-encéphalographie
<b>AVCH</b>	:	Accident vasculaire cérébral hémorragique



## Liste des figures :

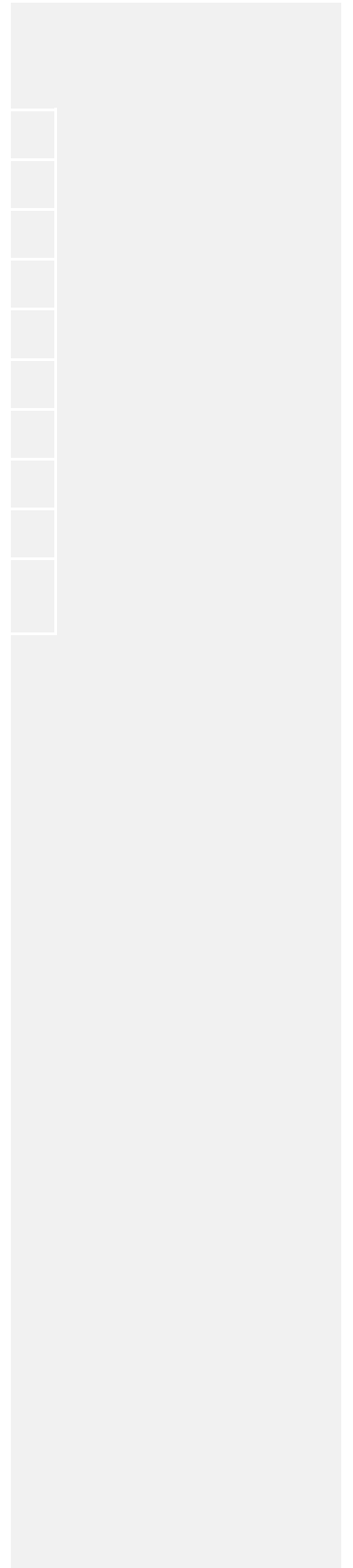
- Figure 1** : Appareil de M.Contremoulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête .
- Figure 2** : Le 1er système de stéréotaxie inventé par HORSLEY–CLARKE en 1908
- Figure 3** : adaptation du cadre de HORSLEY ET CLARK par MUSSEN
- Figure 4** : cadre de SPIEGEL et WYCIS utilisé chez l'homme.
- Figure 5** : cadres stéréotaxiques à goniomètre
- Figure 6** : cadre de TALAIRCH, 1949
- Figure 7** : cadre LEKSELL publié en 1949
- Figure 8** : différents cadres avec leurs années d'invention.
- Figure 9** : schéma de différentes cellules gliales
- Figure 10** : les deux étages sus–tentorial et sous tentorial, contenant l'encéphale
- Figure 11** : Coupe sagittale du cerveau
- Figure 12** : Vue antéro–latérale de l'encéphale
- Figure 13** : Vue latérale en transparence montrant le système ventriculaire de l'encéphale.
- Figure 14** : les principales aires fonctionnelles cérébrales
- Figure 15** : représentation schématique des homonculus moteur et sensitif.
- Figure 16** : schéma montrant le trajet de l'artère carotide interne intra et extracrânien
- Figure 17** : Polygone de willis
- Figure 18** : vue inférieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle
- Figure 19** : Vue antérieure de l'encéphale montrant sa vascularisation
- Figure 20** : veines superficielles du cerveau
- Figure 21** : veines cérébrales profondes et sinus veineux
- Figure 22** : Répartition des principales tumeurs selon le siège et l'âge

- Figure 23** : 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.
- Figure 24** : Signes TDM très évocateurs d'un glioblastome :Hyperdensité après injection du produit de contraste et aspect hétérogène « marécageux » avec œdème périlésionnel.
- Figure 25** : Image d'une TDM cérébrale montrant :une hypodensité cerclée  
d'un anneau hyperdense après injection de produit de contraste avec œdème périlésionnel.
- Figure 26** : Évaluation d'un gliome de grade II. : Hypo-captation en TEP FDG, hyper-captation en TEP MET
- Figure 27** : Les différents métabolites retrouvés en spectroscopie protonique du parenchyme cérébral.
- Figure 28** : Lésion rolandique gauche présentant un rehaussement de signal T1 post-gadolinium hétérogène(A, D) évocateurs d'un gliome de haut grade. La spectroscopie montre une augmentation pourtant modérée de la choline (B) et surtout une absence d'hyperperfusion (C) conduisant à reconsidérer le diagnostic initialement proposé. Il s'agissait d'un abcès toxoplasmique.
- Figure 29** : Deux tranches de cerveau .
- Figure 30** : Résultat anatomo-pathologique d'une biopsie stéréotaxique
- Figure 31** : Image en microscopie optique (x200) montrant :cellules a noyaux arrondis entourés d'un cytoplasme vacuolaire. □Évoquant un oligodendrogliome
- Figure 32** : Oligo-astrocytome : à droite : composante oligodendrocytaire à gauche :  
composante astrocytaire
- Figure 33** : Tranche d'un cerveau montrant : l'aspect macroscopique d'une métastase
- Figure 34** : aspect histologique d'un tuberculome
- Figure 35** : Nombre annuel de gestes en conditions stéréotaxiques dans notre service .
- Figure 36** : Répartition des cas par tranche d'âge
- Figure 37** : Répartition des cas en fonction du sexe
- Figure 38** : les antécédents pathologiques les plus retrouvés dans notre série

- Figure 39** : Répartition des malades en fonction de l'intoxication tabagique
- Figure 40** : Répartition cliniques des malades dans notre série
- Figure 41** : le délai de consultation de nos malades
- Figure 42** : Répartition des cas selon l'état générale
- Figure 43** : nombre de lésions à l'imagerie
- Figure 44** : localisation des lésions à l'imagerie
- Figure 45** : différents types histologiques à l'examen anatomopathologique définitif des biopsies stéréotaxiques
- Figure 46** : proportions des différentes tumeurs gliales retrouvées dans notre série
- Figure 47** : Montage du cadre stéréotaxique
- Figure 48** : Fixation du cadre stéréotaxique après anesthésie locale
- Figure 49** : Fixation du cadre Plexiglas
- Figure 50** : Repérage scannographique et acquisition des images
- Figure 51** : Calculer les coordonnées déterminant la cible ainsi le trajectoire stéréotaxique
- Figure 52** : le matériel nécessaire pour la BST
- Figure 53** : Contention du patient par l'anneau fixé au bras de Mayfield
- Figure 54** : Position cible et point d'entrée après pose des champs opératoires
- Figure 55** : trépanation
- Figure 56** : Introduction du trocart aspiratif et réalisation de la biopsie
- Figure 57** : Récupération des carottes
- Figure 58** : Fixation au formol
- Figure 59** : Fermeture du plan cutané
- Figure 60** : Processus Fronto-temporo-thalamique droit hétérogène entouré d'un œdème en doigt de gants avec déviation de la ligne médiane .
- Figure 61** : Processus tumoral fronto-temporo-thalamique à droite hétérogène et oedématogène exerçant un effet de masse sur les structures médianes .

- Figure 62** : scanner de repérage cadre en place , cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste .
- Figure 63** : TDM de contrôle rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .
- Figure 64** : Processus de la région pinéale avec début d'hydrocéphalie .
- Figure 65** : Processus tumoral au dépend de la glande pinéale hétérogène et se rehausse après injection de gadolinium .
- Figure 66** : scanner de repérage cadre en place , cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste .
- Figure 67** : TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie .
- Figure 68** : Processus Frontal droit iso dense hétérogène au sein d'une plage hypodense en doigt de gant , se rehaussant de façon hétérogène après injection de PDC.
- Figure 69** : Processus Frontal hétérogène droit infiltrant à limites floues , prenant le contraste de façon modérée avec aspect de nécrose tumorale centrale .
- Figure 70** : Scanner de repérage de la cible
- Figure 71** : TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie .
- Figure 72** : Processus hétérogène pariétal postérieur étendu au splénium du corps calleux .
- Figure 73** : Processus cérébral hétérogène pariétal gauche se comportant en hyposignal flair et se rehausse de façon hétérogène après injection de PDC.
- Figure 74** : Scanner de repérage cadre en place
- Figure 75** : TDM de contrôle rassurant vis-à-vis la cible choisie .
- Figure 76** : Processus cérébral fronto-thalamique à droite de 3cm avec œdème péri lésionnel avec effet de masse sur la ligne médiane .
- Figure 77** : Scanner de repérage cadre en place , cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste .
- Figure 78** : TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie , rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .
- Figure 79** : la voie coronale

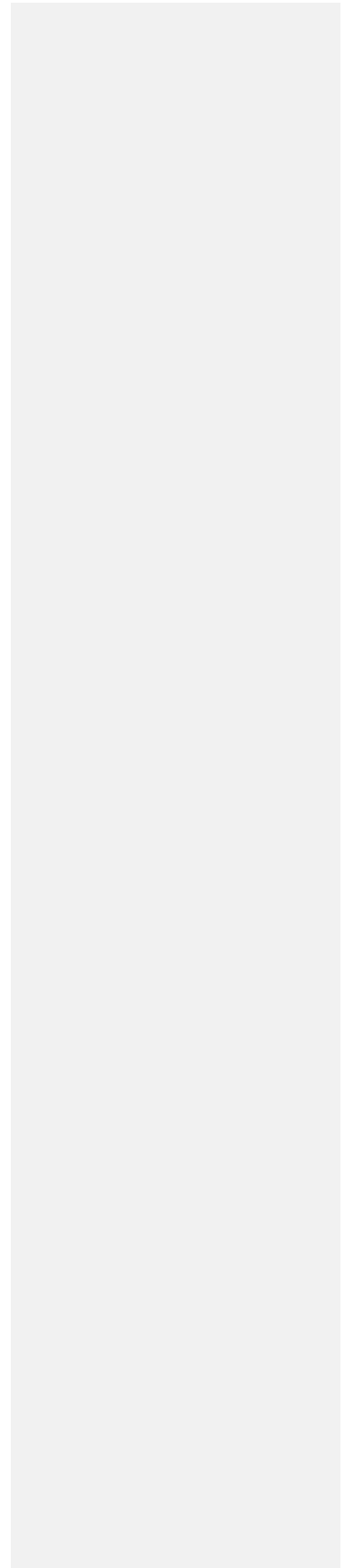
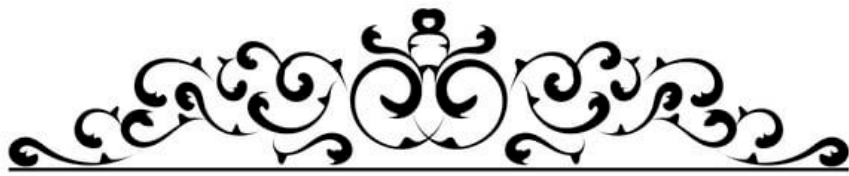
- Figure 80** : la voie latérale
- Figure 81** : la voie occipitale
- Figure 82** : la voie transphénoïdale
- Figure 83** : Détermination d'une trajectoire en double obliquité
- Figure 84** : représentation de la trajectoire ( sur une incidence de face et de profil).
- Figure 85** : calcul de l'angulation de la trajectoire .
- Figure 86** : cadre stéréotaxique de leksell
- Figure 87** : cadre Radionics
- Figure 88** : Figure 88: Disposition du casque laitinen
- Figure 89** : corrélation entre la fiabilité dans notre série et les résultats observés dans la littérature



## Liste des tableaux :

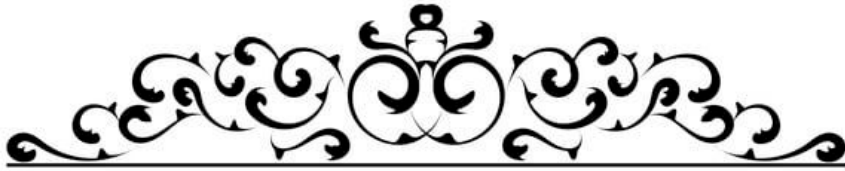
- Tableau 1** : Présentation des antécédents personnels de nos malades
- Tableau 2** : Présentation de l'état générale de nos malades
- Tableau 3** : Siège des lésions à l'imagerie
- Tableau 4** : Bilan d'extension dans notre série
- Tableau 5** : différents types histologique à l'examen anatomopathologique définitif des biopsies stéréotaxiques
- Tableau 6** : différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur période de recrutement
- Tableau 7** : Age moyen selon les auteurs
- Tableau 8** : Sex-ratio selon les auteurs
- Tableau 9** : cadres utilisés par certains auteurs
- Tableau 10** : les résultats de l'examen anatomopathologique des biopsies stéréotaxiques dans notre série
- Tableau 11** : les résultats de l'examen anatomopathologique des biopsies stéréotaxiques dans l'étude de El KHAMLICHI et al .
- Tableau 12** : récapitulatif des différents résultats de l'anatomo-pathologie .
- Tableau 13** : fiabilité de la technique de biopsie stéréotaxique selon différents auteurs .
- Tableau 14** : le taux de Morbidité et mortalité associées à la BST selon différents auteurs





<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>HISTORIQUE</b>	<b>3</b>
<b>PARTIE THEORIQUE</b>	<b>13</b>
<b>RAPPEL ANATOMIQUE</b>	<b>14</b>
I. Etude Histologique de l'encéphale :	14
II. Le cerveau	17
III. Tronc cérébral	18
IV. Cervelet	18
V. Le système ventriculaire :	19
<b>VI. ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ENCEPHALE</b>	<b>21</b>
<b>VII. VASCULARISATION DE L'ENCEPHALE :</b>	<b>23</b>
<b>LES PROCESSUS INTRACRANIENS :</b>	<b>31</b>
I. DIAGNOSTIC POSITIF D'UN PROCESSUS INTRACRANIEN :	31
II. CLASSIFICATION DES TUMEURS INTRACRANIENNES :	34
III. LIMITES DE L'IMAGERIE CEREBRALE ET NECESSITE D'UNE BIOPSIE DES PROCESSUS INTRACRANIENS :	37
IV. ETUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE DES PROCESSUS INTRACRANIENS :	45
V. PROCESSUS INTRACRANIENS DE NATURE NON TUMORALE :	52
<b>MATERIELS ET METHODES</b>	<b>52</b>
<b>RESULTATS</b>	<b>56</b>
I. <b>Les Données cliniques :</b>	<b>57</b>
1. L'effectif	57
2. L'âge à l'admission:	57
3. Répartition selon le sexe :	58
4. Les antécédents :	59
5. Les habitudes toxiques	60
6. Antécédents familiaux	60
II. <b>Tableau clinique :</b>	<b>61</b>
1. L'hypertension intracrânienne (HTIC) :	61
2. Les signes de localisation :	61
3. Autres signes neurologiques :	62
4. La Durée d'évolution des signes cliniques :	62
5. L'Etat général :	63
III. <b>Les Données de l'imagerie :</b>	<b>64</b>
IV. <b>Nombre et siège des lésions :</b>	<b>64</b>
1. Nombre de Lésions :	65
2. le Siège des lésions :	65
V. <b>Diagnostic évoqués en préopératoire :</b>	<b>66</b>
VI. <b>Bilan d'extension :</b>	<b>67</b>
VII. <b>La Procédure de La Biopsie stéréotaxique ( BST) :</b>	<b>67</b>
VIII. <b>Evaluation de la pénibilité de l'acte vécu par les patients :</b>	<b>70</b>
IX. <b>Les incidents :</b>	<b>70</b>
X. <b>TDM de contrôle:</b>	<b>70</b>
XI. <b>Evolution Clinique immédiate 48h :</b>	<b>70</b>

<b>XII. Histologie Concluante :</b>	<b>70</b>
<b>XIII. Décision thérapeutique :</b>	<b>73</b>
<b>XIV. Mortalité et Morbidité</b>	<b>73</b>
<b>XV. Evolution:</b>	<b>73</b>
<b>ICONOGRAPHIE</b>	<b>75</b>
<b>DISCUSSION</b>	<b>98</b>
<b>I. PRINCIPES DE BASE DE LA STEREOTAXIE :</b>	<b>99</b>
<b>II. MATERIEL DE LA BIOPSIE STEREOTAXIQUE :</b>	<b>107</b>
<b>III. INDICATIONS D'UNE EXPLORATION STEREOTAXIQUE :</b>	<b>112</b>
<b>IV. DIFFERENTS CHAMPS D'APPLICATION DE LA STEREOTAXIE :</b>	<b>113</b>
<b>V. LIMITES DE LA BIOPSIE STEREOTAXIQUE</b>	<b>119</b>
<b>VI. ETUDES DES PRINCIPALES SERIES DE LA LITTERATURE :</b>	<b>119</b>
1. L'effectif :	119
2. Age	120
3. Sexe	121
4. Antécédents	121
5. Tableau clinique :	122
6. Moyens d'imageries	122
7. Le cadre utilisé	125
8. Type d'anesthésie.	125
9. La Biopsie :	126
10. Evacuation d'un kyste cérébral :	127
11. Imagerie de contrôle :	127
<b>VII. RESULTATS ANATOMO-PATHOLOGIQUES :</b>	<b>127</b>
<b>VIII. Fiabilité de la Biopsie stéréotaxique</b>	<b>129</b>
<b>IX. MORTALITE ET MORBIDITE</b>	<b>134</b>
<b>X. EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES</b>	<b>137</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>139</b>
<b>RESUMES</b>	<b>141</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>146</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>150</b>



## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

Le terme stéréotaxie provient du grec « stereos » (trois dimensions) et « taxis » (ordre) et se réfère ainsi à la notion de repérage dans les trois plans de l'espace. La biopsie stéréotaxique cérébrale est donc le prélèvement par voie trans-crânienne d'un petit fragment de tissu intracérébral, réalisé à l'aide d'un système chirurgical de repérage implanté sur le patient, appelé cadre de stéréotaxie[1]. Cette technique a été utilisée pour la première fois chez l'homme par Spiegel et Wycis de Philadelphie en 1947 avec des tentatives de thalamotomies (appelées « stéréoencéphalotomie » chez les patients psychiatriques . [2]

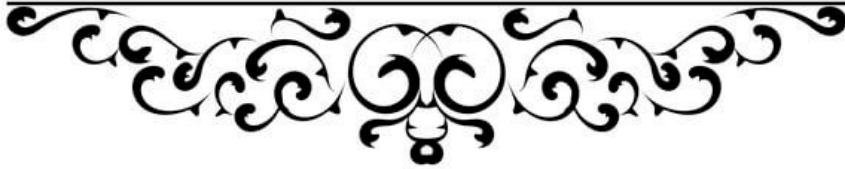
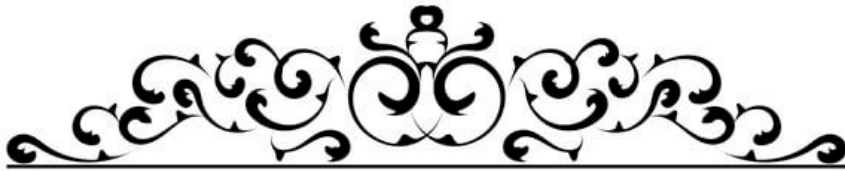
Parallèlement aux progrès de l'imagerie, cette procédure minimale a été perfectionnée, augmentant sa variété d'utilisation. Même si elle était d'abord décrite comme une technique peu invasive pour la neurochirurgie, ses applications se sont rapidement étendues à d'autres domaines.

De nos jours, c'est une procédure fréquente utilisée pour la biopsie tumorale, chirurgie guidée, mouvements anormaux, douleur, épilepsie, cathéter implantation, drainage des abcès et des kystes, curiethérapie, stimulation cérébrale profonde et radio chirurgie.

La stéréotaxie trouve un champ large dans l'approche des processus intracrâniens et, d'une manière générale, dans l'approche morphologique et fonctionnelle des structures de l'encéphale.

Nous nous proposons de faire une étude descriptive de 50 observations colligées dans le service de neurochirurgie de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech, et qui ont tous bénéficié d'une chirurgie en condition stéréotaxique. L'étude s'étalant sur une période de 60 mois de pratique de cette technique depuis 2017 jusqu'au 2021.

Le but de notre étude est d'évaluer l'apport de la biopsie stéréotaxique dans la prise en charge des lésions cérébrales.

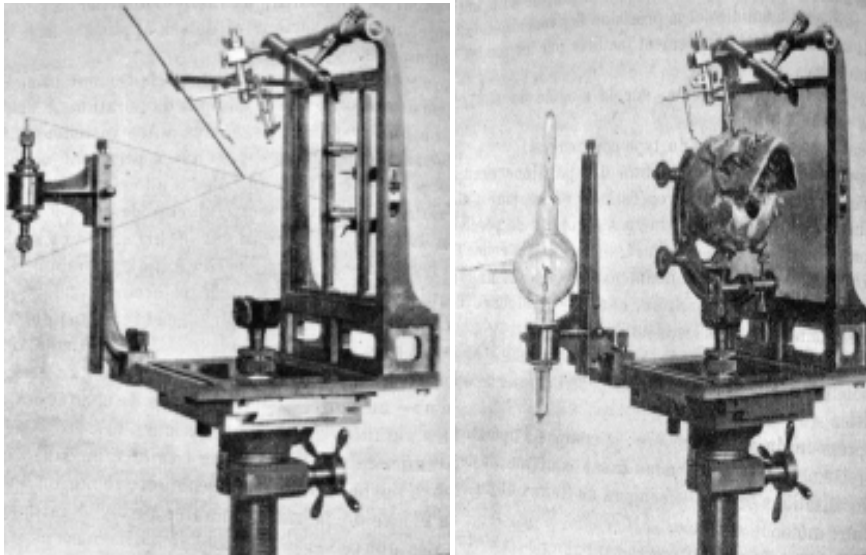


## I. EVOLUTION DES CONCEPTS

### 1. GENERALITES

Le premier article sur la stéréotaxie a été publié 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. . L'objectif de l'étude était la localisation radiologique des corps étrangers intracérébraux. [3]

Ce système comportait déjà une modalité de radiologie topographique orientée à orientation spatiale, composant en deux tubes de Crooks et deux supports de Films montés orthogonalement.

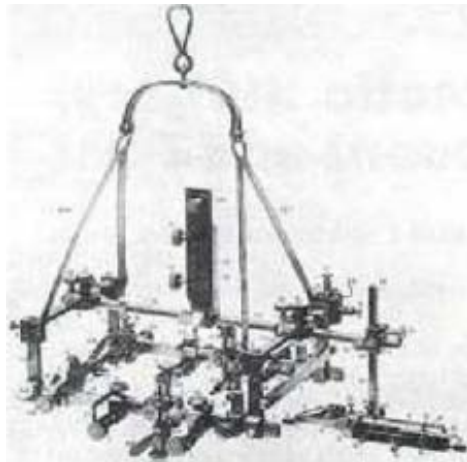


**Figure 1: Appareil de M.Contremoulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête [3]**

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Cette découverte témoigne que le souci de se repérer dans le cerveau s'est toujours manifesté, chaque fois qu'on a eu l'intention d'y exécuter un geste. Dans cette même perspective de localisation des structures intracrâniennes s'est inscrit l'encéphalomètre de ZERNOV (1889), utilisé en chirurgie par ALTUKHOV (1891) deux ans plus tard, mais sans introduire dans la démarche une méthodologie précise de repérage des zones cérébrales. On cite plus classiquement, à l'origine de la stéréotaxie, la publication en 1908 de HORSLEY, neurophysiologiste et neurochirurgien, CLARKE, mathématicien, probablement parce qu'elle a rassemblé, dans une revue scientifique connue et lue de leurs pairs, la description de l'appareil, un atlas stéréotaxique du cerveau de singe, la méthode de lésion électrolytique par courant continu et les résultats physiologiques observés après lésions du cerveau du singe. [4]

CLARKE avait suggéré à HORSLEY de breveter cette méthode et d'en étudier l'adaptation à la neurochirurgie, mais Horsley n'a pas donné suite. Le couple multidisciplinaire s'est ensuite séparé sans jamais développer complètement la méthode.

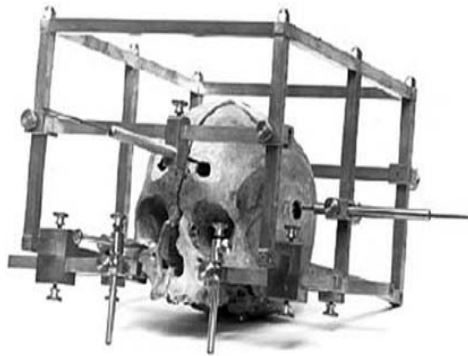


**Figure 2 : Le 1er système de stéréotaxie inventé par HORSLEY-CLARKE en 1908[5]**



### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Dix ans plus tard, un ingénieur nommé MUSSEN a créé un cadre pour les êtres humains, mais il n'a pas réussi à intéresser les neurochirurgiens et le rangea dans son grenier, enveloppé dans un journal dont la manchette a servi à dater cette invention. [6]



**Figure 3: adaptation du cadre de HORSLEY ET CLARK par MUSSEN [6]**

En 1933, KIRSCHNER a développé une technique stéréotaxique pour l'électrocoagulation du ganglion de Gasser. La ventriculographie à contraste positif a permis de visualiser les repères intracérébraux. [7]

La première intervention stéréotaxique a été réalisée en 1947 par SPIEGEL et WYCIS, ils ont utilisé le premier appareil qui a été fixé à la tête du patient par des fixateurs rigides. [7]



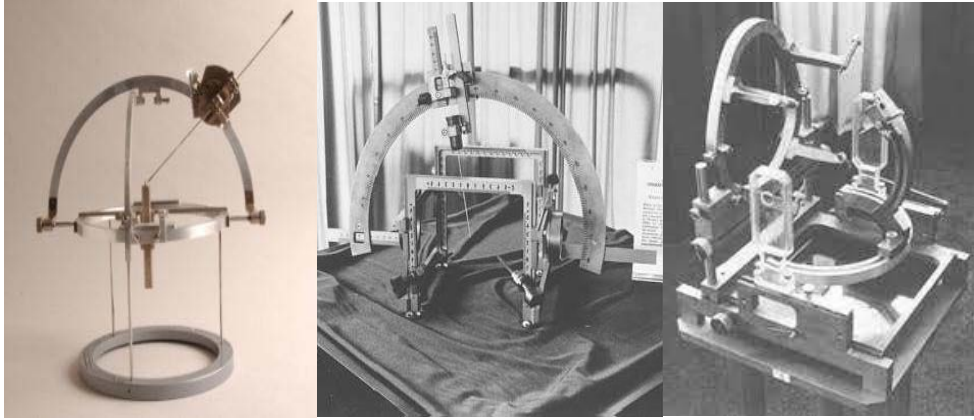
**Figure 4 : cadre de SPIEGEL et WYCIS utilisé chez l'homme. [7]**

Ces auteurs ont utilisé des techniques stéréotaxiques pour produire des lésions au cours de la voie nociceptive afin de soulager la douleur chronique et de compenser les mouvements anormaux. Ils ont également développé un atlas stéréotaxique basé sur les limites intracrâniennes définies par ventriculographie.

Au fil du temps, l'évolution des cadres stéréotaxiques continue de suivre les fluctuations de la mode, qui a accéléré les développements et les adaptations à des nouvelles indications. Il existe deux grandes catégories de cadres, chacune ayant sa propre manière d'aborder ses objectifs.

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

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



**Figure 5 : les Cadres stéréotaxiques à goniomètre [7]**

Une approche de la chirurgie cérébrale consiste à utiliser des cadres orthogonaux, qui permettent une approche latérale à travers des grilles. Un exemple en est le cadre TALAIRACH, qui est associé au développement d'un atlas stéréotaxique. Cet atlas peut donner la position des structures sous-corticales par rapport aux commissures antérieures et postérieures du troisième ventricule.

TALAIRACH a décrit un appareil stéréotaxique humain en 1949, il a développé par la suite des méthodes pour l'exploration fonctionnelle de l'épilepsie en utilisant des électrodes stéréotaxiques profondes implantée en permanence, il a également décrit l'irradiation interstitielle stéréotaxique des tumeurs cérébrales en utilisant de l'or radio actif et a introduit le concept de la téléradiographie . [8]

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



**Figure 6: le cadre de TALAIRCH, 1949. [9]**

En 1949, LEKSELL a développé un cadre stéréotaxique qui a eu de nombreuses applications [10], il a également développé les concepts de radiochirurgie stéréotaxique et a décrit l'installation stéréotaxique d'isotopes radioactifs dans les tumeurs kystiques du cerveau



en 1953.

**Figure 7 : Cadre LEKSELL publié en 1949[10]**

L'absence de traitement médical de la maladie de Parkinson, et à fortiori du tremblement essentiel, ne laissa pas d'alternative au traitement chirurgical, essentiellement destructif (par la coagulation, la thermo lésion, l'injection d'alcool ou l'insertion d'isotopes), malgré les récives et les complications, notamment déficitaires sensitivomotrices mais aussi neuropsychologiques

Commentaire [Ma1]:

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

quand les lésions étaient bilatérales. Cette indication, quelles que soient les cibles utilisées, essentiellement pallidales puis thalamiques, resta la principale utilisation de la stéréotaxie jusqu'à l'avènement de la Lévodopa au début des années 1970.

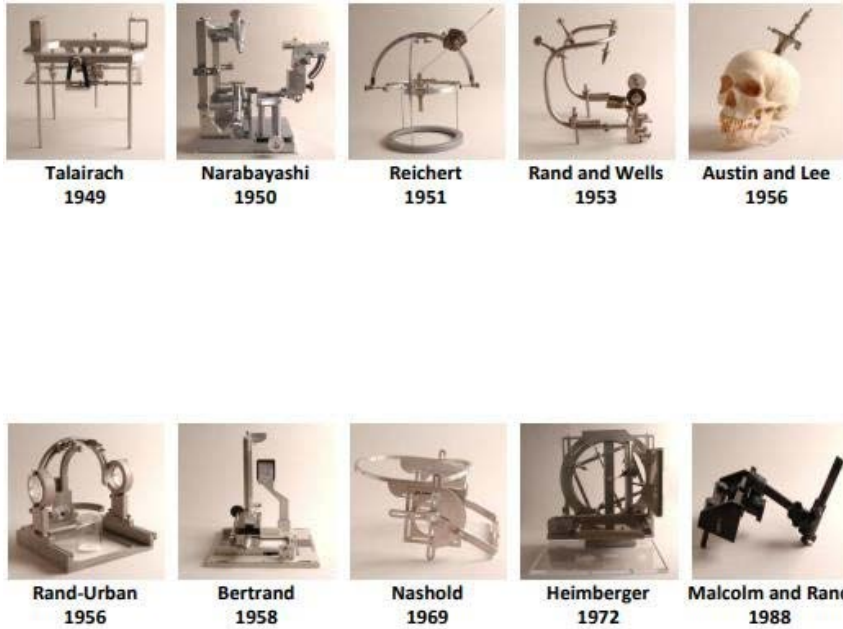
Dans les années 1980, les technologies d'imagerie assistée par ordinateur telles que la tomодensitométrie et l'IRM ont permis la visualisation de structures anatomiques en coupes. Cela nous a permis de voir la troisième dimension et la résolution de la densité tissulaire, ce qui a permis de voir les organes et les structures cérébrales.

La numérisation des données et le développement de leurs représentations 3D ont introduit la stéréotaxie à l'ère de l'informatique, avec des conséquences considérables. Il s'agit notamment des deux grandes avancées des atlas numériques et de la neurochirurgie guidée par l'image.

Actuellement 3 axes sont en plein développement : le guidage par l'image à l'aide de pointeurs et les microscopes robotisés qui s'adressent plutôt à la neurochirurgie dite conventionnelle, et les robots stéréotaxiques (Neuromate d'ISS) spécifiquement dédiés à la neurochirurgie stéréotaxique et à ses impératifs spécifiques, notamment de précision. Le couplage avec les réseaux d'images et les banques de données, l'introduction de connaissance dans les logiciels de guidage des robots ou de cadres motorisés seront demain les facteurs d'une efficacité accrue de ces systèmes et permettront à la stéréotaxie d'atteindre avec rigueur les objectifs qui lui seront désignés [11].

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---



**Figure 8: les différents cadres avec leurs années d'invention. [9]**

**Dans notre Royaume :**

➤ **Service de neurochirurgie de l'hôpital Avicenne de Rabat :**

Les premières biopsies en condition stéréotaxiques ont été mises en œuvre dans cette unité en 1982. Le cadre utilisé était de type REICHERT avec des moyens de repérage tels que la ventriculographie et l'angiographie.

A partir de 1995 le cadre utilisé était de type KOMAI.

➤ **Service de neurochirurgie de l'hôpital des spécialités de Rabat :**

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

➤ **Service de neurochirurgie de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat :**

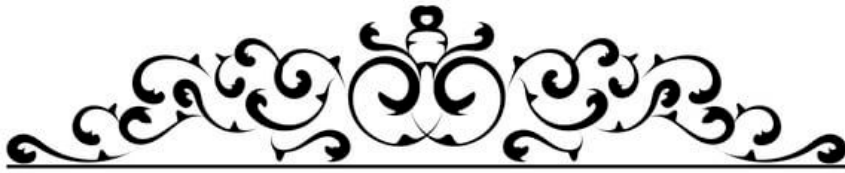
En 1999 et après inauguration de l'HMIMV par feu sa Majesté le Roi Hassan II, la chirurgie stéréotaxique a été immédiatement intégrée la pratique courante dans ce service en utilisant le cadre LEKSELL, avec la tomodensitométrie comme moyen de repérage.

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

Au CHU Ibn Rochd de Casablanca, la biopsie stéréotaxique a été initiée au service de neurochirurgie en 2002. En utilisant un cadre stéréotypé type RADIONOICS dépendant du scanner.

➤ **Service de neurochirurgie de l'hôpital Avicenne de Marrakech :**

En 2017, la chirurgie stéréotaxique est rentrée d'emblée en pratique courante au sein de ce service utilisant le cadre de LEKSELL FRAME G avec comme moyen de repérage la tomodensitométrie.





## Rappel Anatomique

Avant d'aborder L'étude des processus intracrâniens il est primordial de rappeler l'anatomie topographique et l'histologie de l'encéphale, et ce pour une meilleure compréhension des classifications que nous allons détailler par la suite.

Il est important d'éviter les structures vasculaires et les zones hautement fonctionnelles lors de l'exécution de gestes dans des conditions stéréotaxiques.

Ce chapitre décrit brièvement ces différentes notions.

### I. Etude Histologique de l'encéphale :

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

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

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

Du point de vue cellulaire, deux types de cellules majoritaires sont retrouvés, les neurones et les cellules gliales qui protègent et nourrissent les neurones.

Au sein du SNC, on distingue quatre types de cellules gliales différents constituant la névroglie :

#### 1. les astrocytes

Les astrocytes doivent leur nom à leur forme en étoile, constituent les cellules gliales les plus nombreuses de la substance grise. Les astrocytes sont les supports de la vie neuronale, ils participent à la régulation de l'homéostasie de l'environnement neuronal extracellulaire et

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

interviennent pour restaurer l'équilibre métabolique bouleversé par l'activité neuronale (métabolisme énergétique, répartition ionique transmembranaire, métabolisme des neurotransmetteurs), permettant ainsi à l'activité neuronale de se poursuivre ou de se répéter, la maintenant dans les limites d'un fonctionnement physiologique. [12]

### **2. les oligodendrocytes**

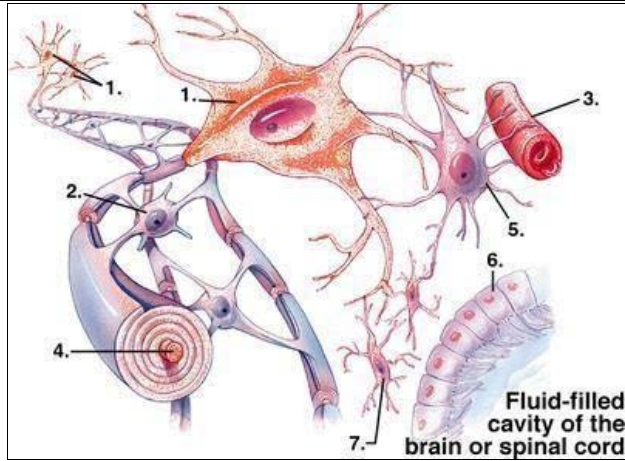
Ces cellules sont à l'origine des gaines de myéline (une seule de ces cellules peut être responsable de la myélinisation de plus de cinquante neurones). Ce sont les cellules les plus nombreuses de la substance blanche. On les trouve étroitement groupées autour des corps cellulaires des neurones dans la substance grise. [12]

### **3. les épendymocytes**

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

### **4. les cellules de la microglie.**

Ce sont de petites cellules, d'origine mésenchymateuse, En situation physiologique basale, ces cellules sont présentes à l'état inactif (microglie « restante ») ; en cas d'agression, elles sont susceptibles de se transformer en cellules macrophagiques (microglie « réactionnelle »), considérées comme les fossoyeurs du SNC en éliminant les résidus cellulaires dans un foyer lésionnel. . Elles dérivent de cellules souches de la lignée hématopoïétique. [12]



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

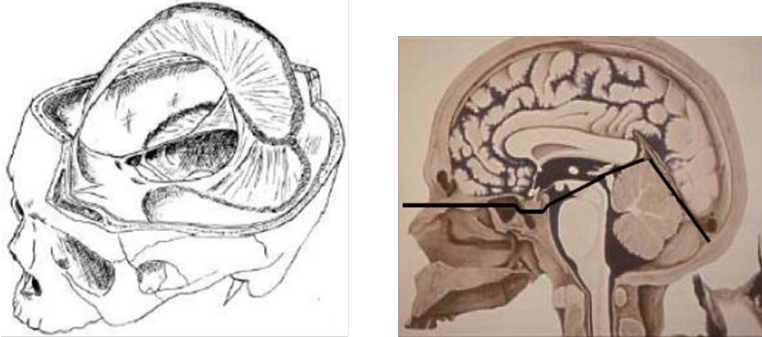
**Figure 9: schéma de différentes cellules gliales[13]**

## **5. ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE DE L'ENCEPHALE**

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

- > le cerveau .
- > le cervelet et le tronc cérébral.

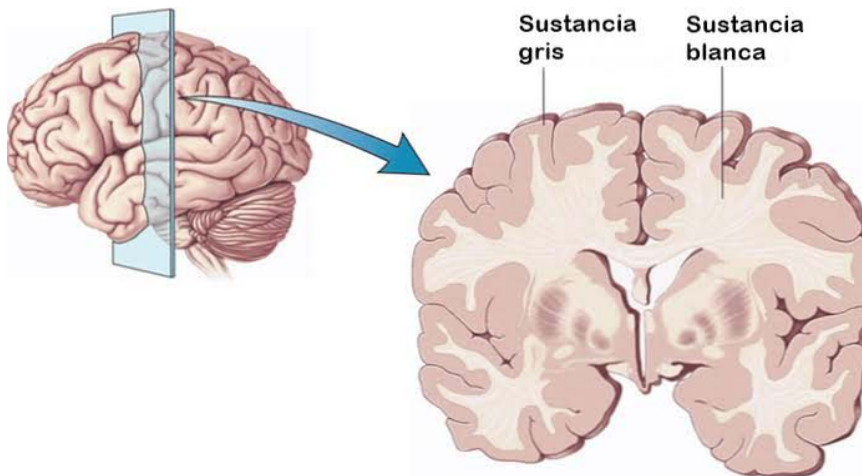
Le premier est situé en entier dans l'espace sus-tentorial, les deux autres dans l'espace sous-tentorial appelé communément la fosse cérébrale postérieure (FCP)



**Figure 10: les deux étages sus-tentorial et sous tentorial, contenant l'encéphale[14]**

## **II. Le cerveau**

Le cerveau, organe le plus complexe du corps humain, est l'étage le plus élevé dans la hiérarchie fonctionnelle du SNC. Son fonctionnement est intimement lié à sa structure et à son organisation en substance grise et substance blanche. La surface des hémisphères est constituée majoritairement de substance grise et les ponts inter-hémisphériques de substance blanche. [15]



**Figure 11: coupe sagittale du cerveau**

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

IL est composé du :

\*Télocéphale ou cerveau hémisphérique : deux hémisphères reliés par le corps calleux, chacun de ces hémisphères est composé de 5 lobes :

- lobe frontal
- lobe pariétal
- lobe temporal
- lobe occipital
- le lobe insulaire (ou insula) caché par les lobes externes

\*Diencéphale ou cerveau intermédiaire : partie centrale du cerveau:composée essentiellement de deux gros noyaux gris symétriques, les thalamus. Ceux-ci surmontent l'hypothalamus qui se prolonge par deux glandes, l'hypophyse en bas, l'épiphysse en arrière.

### **III. Tronc cérébral**

Placé au centre de la FCP .Il comporte :

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

### **IV. Cervelet**

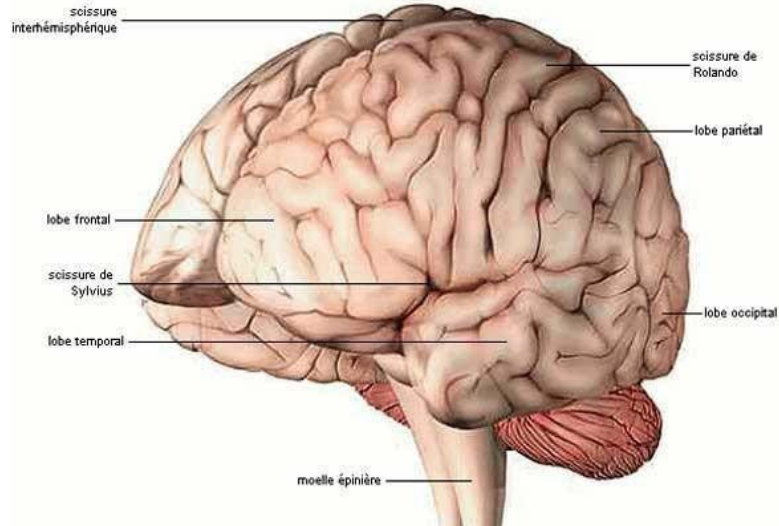
En arrière du tronc cérébral. Il est constitué de :

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

---

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

---



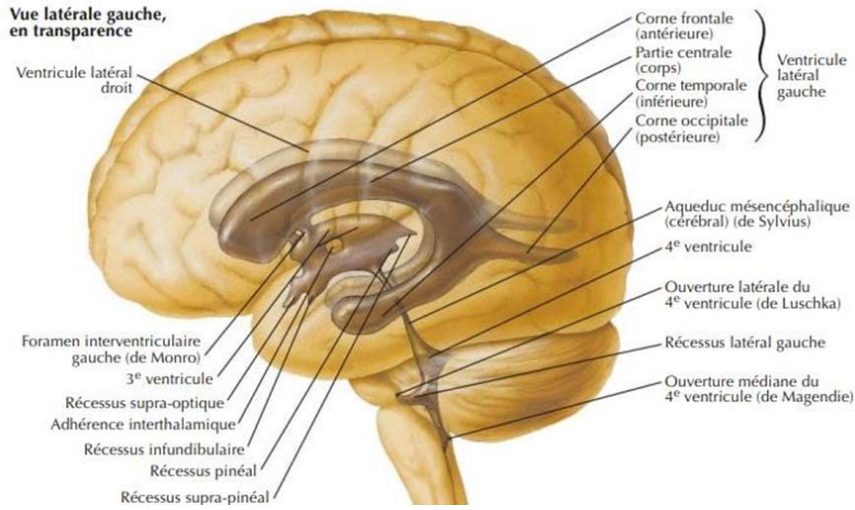
**Figure 12 : Vue antéro-latérale de l'encéphale. [16]**

### **V. Le système ventriculaire :**

Au centre du cerveau se trouve un système de cavités appelées les ventricules et contenant le LCR. On distingue :

- \* les ventricules latéraux au niveau du télencéphale.
- \* le 3ème au niveau du diencéphale.
- \*le 4ème au niveau de la fosse cérébrale postérieure.

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

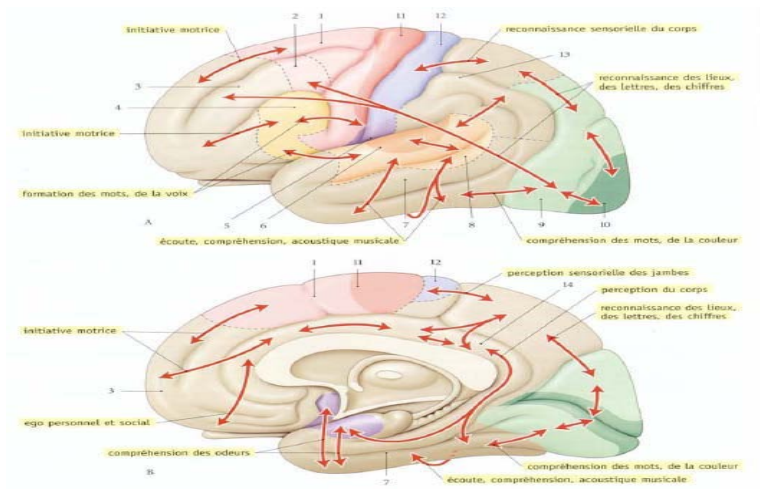


**Figure 13: vue latérale en transparence montrant le système ventriculaire de l'encéphale. [16]**

## VI. ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ENCEPHALE

### 1. Les aires fonctionnelles

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



**Figure 14: les principales aires fonctionnelles cérébrales [17]**

A. vue latérale B. vue médiale

- 1- cortex prémoteur
- 2. aire visuelle frontale (oculo-céphalogyre)
- 3. aires associatives frontales
- 4. aire motrice du langage articulé (de Broca)
- 5. aire gustative primaire
- 6. aire auditive primaire
- 7. aires associatives temporales
- 8. aire auditive verbale (de Wernicke)
- 9. aire visuelle secondaire
- 10. aire visuelle primaire
- 11. cortex préfrontal
- 12. aires olfactives
- 13. aires associatives pariétales
- 14. cortex cingulaire



## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### 1.1. Les aires motrices

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

### 1.2. Les aires sensitives

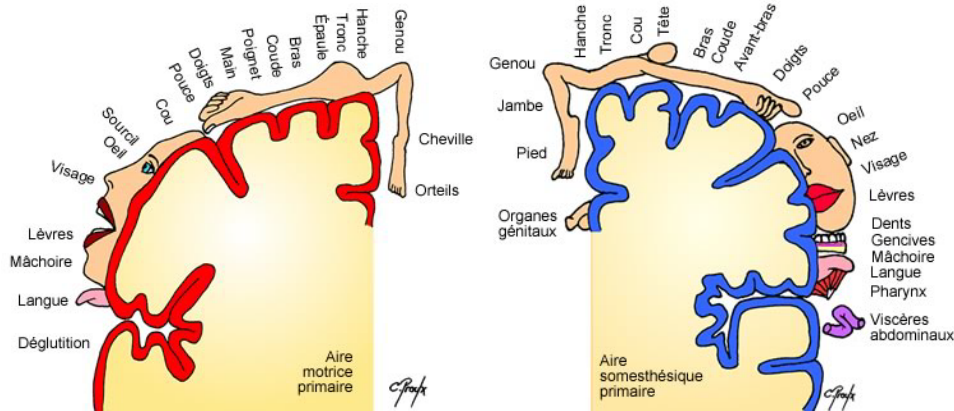
Correspondent aux perceptions sensorielles somatiques et autonomes, et sont situées au niveau des lobes pariétaux, temporaux et occipitaux. Parmi elles on trouve l'aire somesthésique primaire, l'aire pariétale postérieure, l'aire visuelle, l'aire auditive, l'aire olfactive et l'aire gustative.

### 1.3. Les 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).

## **2. La somatotopie**

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



**Figure15: représentation schématique des homonculus moteur et sensitif. [19]**

## **VII. VASCULARISATION DE L'ENCEPHALE :**

### **1. VASCULARISATION ARTERIELLE :**

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

#### **❖ Le système carotidien :**

Les artères carotides primitives prennent naissance au niveau du tronc artériel brachiocéphalique à droite (carotide primitive droite), et directement sur la crosse de l'aorte à gauche (carotide primitive gauche) pour donner naissance aux deux carotides internes et externes (droite et gauche).

L'**artère carotide externe** est plus superficielle que la carotide interne ; elle dessert la plupart des structures de la tête au cou, sauf l'encéphale. Elle irrigue toute la région du cuir chevelu.

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

L'artère carotide interne pénètre dans la cavité crânienne par le canal carotidien de l'os temporal ; ses ramifications terminales, les artères cérébrales antérieure et cérébrale moyenne irriguent l'encéphale .Les artères cérébrales antérieures droite et gauche communiquent par l'intermédiaire de l'artère communicante antérieure .

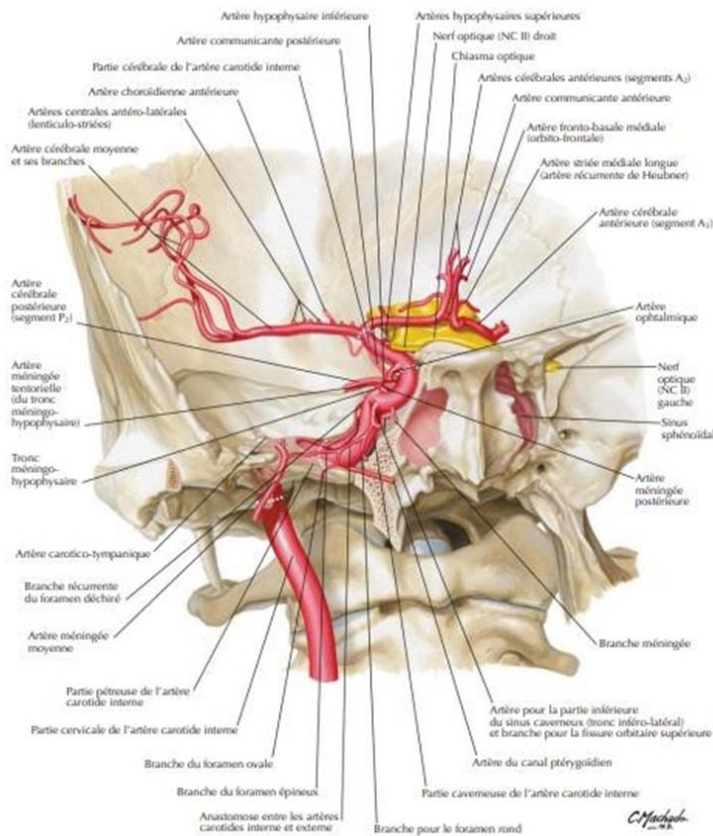


Figure 16: Schéma montrant le trajet de l'artère carotide interne intra et extra-crânien [19]

### ❖ Le système vertébral:

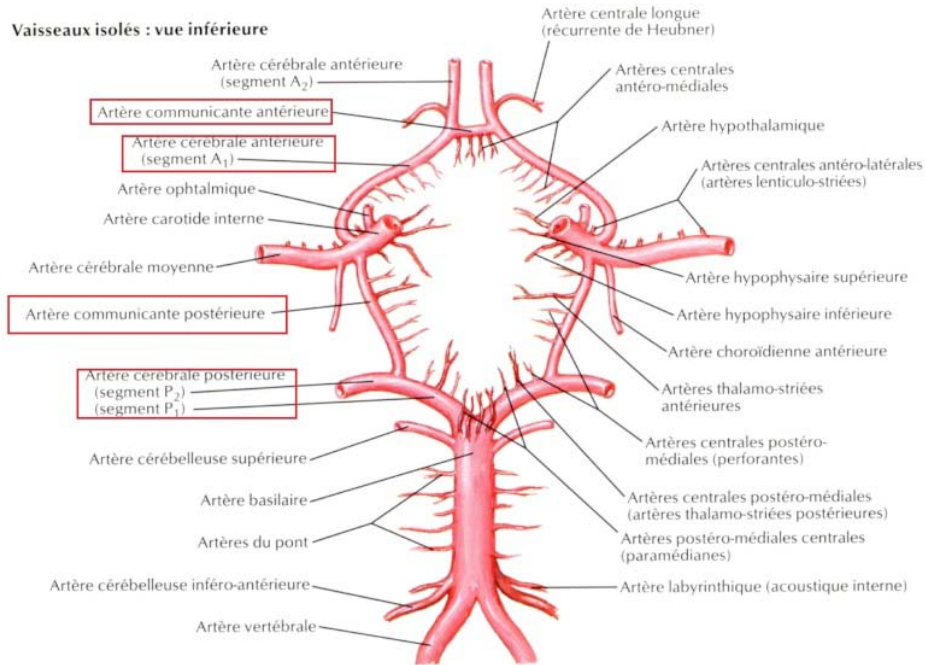
L'encéphale reçoit aussi du sang par la première ramification de l'artère sous-clavière : l'artère vertébrale. Ces vaisseaux entrent dans la cavité crânienne en passant par le trou transverse des vertèbres cervicales et par le trou occipital . Les artères vertébrales droite et

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

gauche se fusionnent à la partie ventrale de la protubérance et forment le tronc basilaire, ce dernier poursuit sa course plus en avant, puis se subdivise en artères cérébrales postérieures droite et gauche qui irriguent les régions postérieures des hémisphères cérébraux. Le tronc basilaire assure aussi un apport sanguin à la protubérance et au cervelet. Les artères communicantes postérieures proviennent des carotides internes. Elles s'unissent aux artères cérébrales postérieures pour compléter l'hexagone artériel de Willis

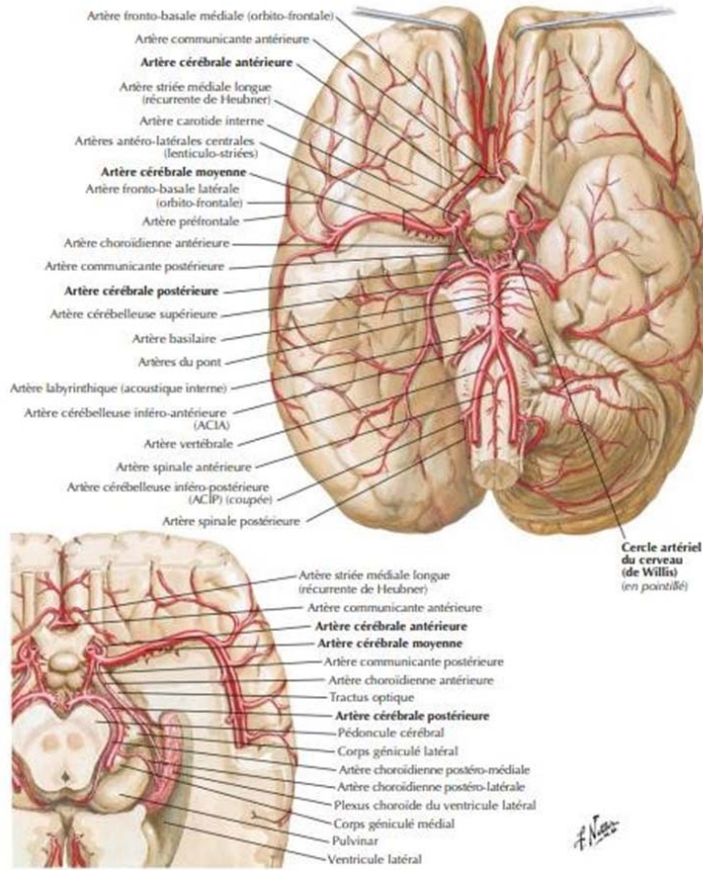
#### **❖ Le polygone de WILLIS**

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

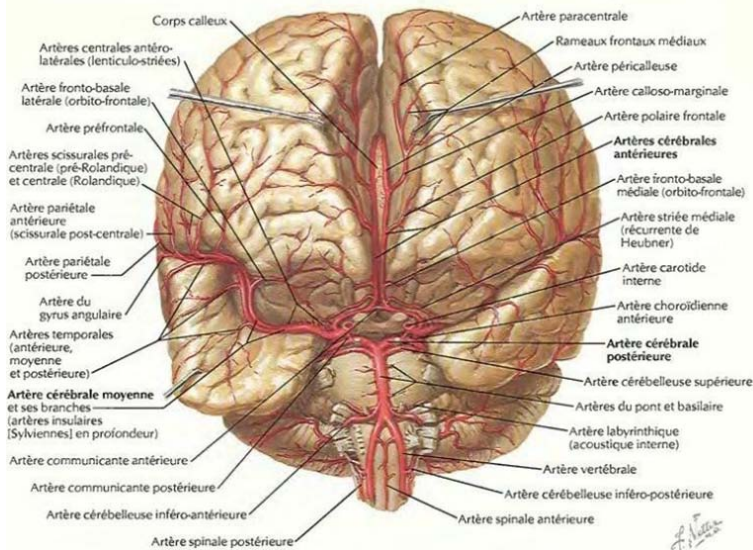


**Figure 17 : Polygone de WILLIS [20]**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**



**Figure 18: vue inférieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle [20]**



**Figure 19: Vue antérieure de l'encéphale montrant sa vascularisation artérielle[20]**

## **2. Vascularisation veineuse :**

Les veines jugulaires (internes et externes) et les veines vertébrales assurent le retour au cœur de la quasi-totalité du sang veineux provenant de la tête et du cou.

→ **Les veines jugulaires internes** sont à la fois plus grosses et plus profondes que les jugulaires externes.

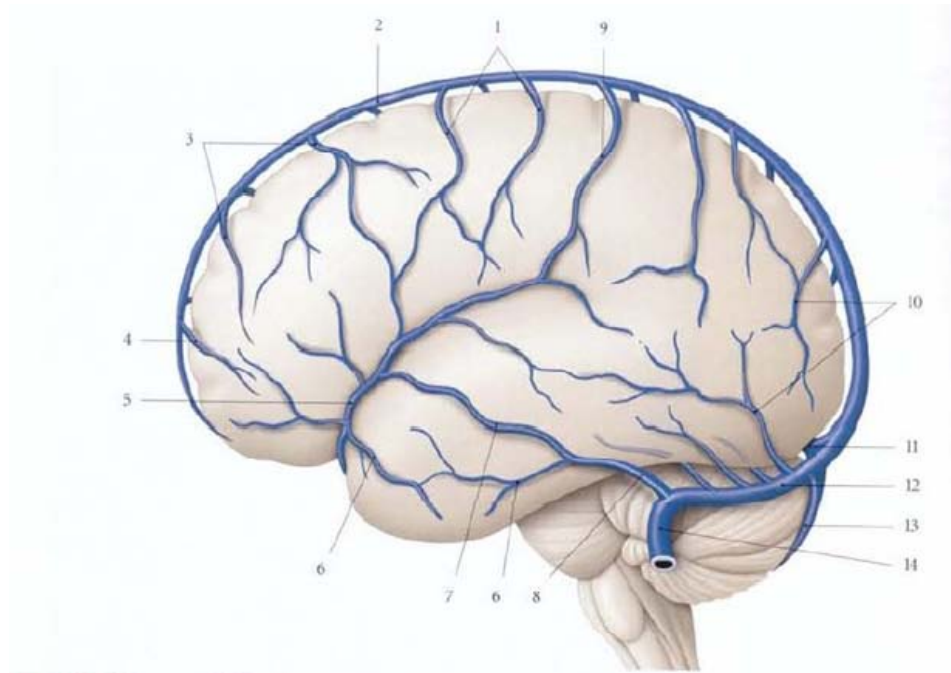
Chaque jugulaire interne draine un sinus latéral recevant lui-même du sang des quatre sinus (le sinus caverneux, le sinus longitudinal supérieur et longitudinal inférieur, et le sinus droit). Les veines jugulaires internes forment donc la principale voie de drainage veineux de l'encéphale. Chacune des jugulaires émergent du crâne par une ouverture (le trou déchiré postérieur) et descend dans le cou le long de l'artère carotide commune et du nerf vague. Enfin la veine jugulaire interne rejoint la veine sous Clavière et forment la veine brachio-céphalique et ensuite la veine cave supérieure.



### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

→ **Les veines vertébrales** drainent les régions postérieures de la tête, chacune de ces veines passent par le trou transverse des vertèbres cervicales et rejoint la veine brachiocéphalique.

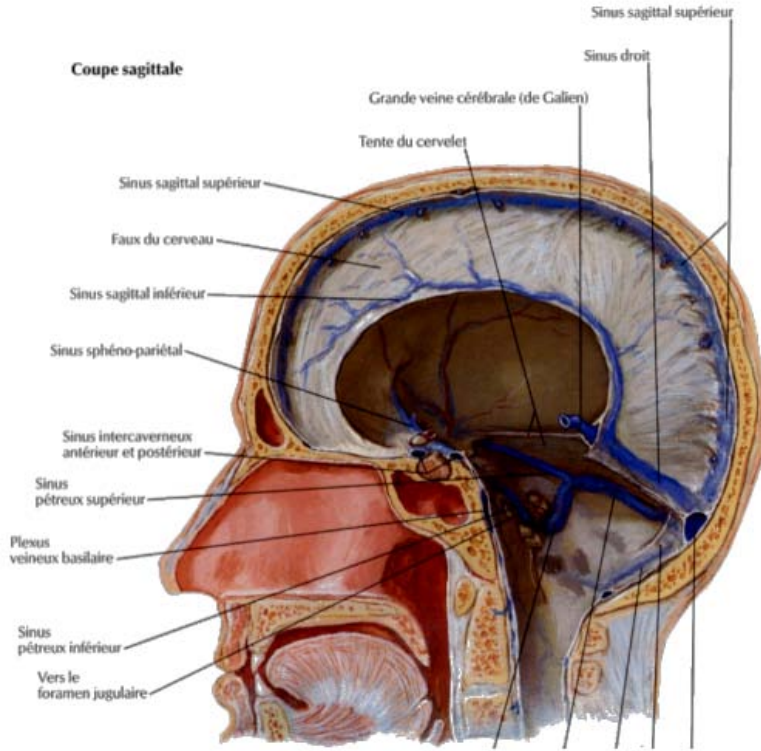
→ **Le torcular** ou **confluent des sinus** correspond à la jonction entre les sinus suivants : le sinus sagittal supérieur, le sinus droit, le sinus gauche et le sinus transverse.



**Figure 20: Veines superficielles du cerveau (vue latérale) [21]**

1. v. Pariétales 2. sinus sagittal supérieur 3.v. Frontales 4. v. préfrontale 5. v. cérébrale moyenne supérieure 6. v. Temporales 7.v. cérébrale anastomotique inférieure (de Labbe) 8. v. cérébrale inférieure 9. v. cérébrale anastomotique supérieure (de Trolard) 10. vv. occipitales 11. confluent des sinus 12. sinus transverse 13. sinus occipital 14 . sinus sigmoïde





**Figure 21: veines cérébrales profondes et sinus veineux [20]**

## LES PROCESSUS INTRACRANIENS :

### I. DIAGNOSTIC POSITIF D'UN PROCESSUS INTRACRANIEN :

Les processus expansifs intracrâniens (PEIC) constituent une part non négligeable de la pathologie nerveuse.

#### 1. Signes d'appel :

- Des céphalées, typiquement matinales, bilatérales avec des renforcements paroxystiques apparaissant lors des changements de position, lors de la toux et de l'éternuement, une tendance nauséuse, éventuellement des vomissements compléteront la symptomatologie. Les vomissements sont classiquement faciles en jets, surtout en cas de lésion de la fosse cérébrale postérieure.
- Des crises épileptiques partielles ou généralisées.
- des troubles de la parole ( dysarthrie , mutisme , aphasie ).
- des troubles visuels : Dominés par l'atteinte fréquente de la sixième paire crânienne. Le tableau clinique varie du simple brouillard visuel signalé en cas de parésie du nerf jusqu'au tableau de cécité lorsque l'atteinte du nerf est totale. (17)
- des troubles cognitifs et de la vigilance.
- Un fléchissement des acquisitions , avec modifications du comportement .
- syndrome endocrinien .

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

En revanche, les symptômes peuvent être réduits à des signes longtemps isolés (crises, atteinte d'un nerf crânien) dans les lésions bénignes ou de bas grade.

**2. L'examen clinique : recherchera :**

- un déficit moteur : hémiparésie / hémiplégie
- un déficit sensitif : hémihypoesthésie
- des troubles cognitifs
- une dysphasie
- un œdème papillaire
- une atteinte des paires crâniennes
- syndrome infectieux : fièvre, frissons, sueurs
- Signes endocriniens : aménorrhée, troubles sexuels, déficit endocrinien

**3. Examens paracliniques :**

- L'examen tomodensitométrique (TDM) réalisé sans et avec injection constitue l'examen de première intention mais sa normalité n'exclue pas la présence d'une tumeur, en particulier dans les gliomes infiltrants de bas grade (cf. chapitre limites de l'imagerie cérébrale).
- L'imagerie par résonance magnétique (IRM) constitue un outil diagnostique incontournable, permet de rechercher :
  - le caractère intra ou extraparenchymateux
  - le caractère infiltrant hypodense (TDM) ou en hyposignal T1 (IRM)
  - le rehaussement par le produit de contraste
  - l'aspect hétérogène avec nécrose intratumorale
  - le caractère uni ou multifocal
  - l'effet de masse sur les structures adjacentes (effacement des sillons , déviation de la ligne médiane )
- L'angiographie cérébrale a vu avec le temps ses indications diminuer au profit d'autres investigations plus sophistiquées notamment la TDM et l'IRM. Cependant, dans certaines circonstances préopératoires, elle peut être demandée pour préciser les rapports vasculaires de la tumeur. En plus, l'angiographie permet de locali-

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

ser la lésion et de fournir des images de néovascularisation affirmant le diagnostic d'une tumeur cérébrale. Cet acquis revêt un intérêt capital au niveau de la fosse cérébrale postérieure et au niveau hémisphérique. Par contre, au niveau de la région supra-sellaire, cet intérêt est limité compte tenu des rapports lointains des vaisseaux avec les structures nerveuses.

D'autres examens peuvent être effectués, en fonction des symptômes cliniques et la localisation tumorale :

- Fond d'œil, champs visuels
- Electroencéphalogramme
- IRM médullaire (bilan d'extension : lymphome , tumeur pinéale, médulloblastome, épendymome,)
- Ponction lombaire réalisée si le risque d'engagement des amygdales cérébelleuses a été éliminé par la neuro-radiologie (TDM, IRM). Elle est indiquée dans les rares cas de suspicion de dissémination méningée tumorale, ou dans le cadre du bilan d'extension (lymphome, médulloblastome, tumeurs germinales).
- Dosage des marqueurs tumoraux .

Les PEIC sont généralement dominés par **la pathologie tumorale**, une approche histologique et morphologique des tumeurs sera abordée dans les chapitres suivants avant de rappeler brièvement les autres processus intracrâniens qui en constituent des diagnostics différentiels.

## II. CLASSIFICATION DES TUMEURS INTRACRANIENNES :

### 1. Classification selon la topographie :

Il existe différents types de tumeurs, chacune ayant ses propres particularités en termes de topographie préférentielle, d'histologie et de pronostic. Chacun de ces termes a sa propre signification, mais en fait ils sont tous liés entre eux . À telle topographie est associée l'agressivité de la tumeur en termes de développement, de conséquences neurologiques, d'accessibilité au traitement chirurgical. À telle histologie est associée l'origine tissulaire de la tumeur et son degré de malignité. À tel pronostic est lié le degré d'extension de la tumeur au moment du diagnostic autant que son grade histologique. jusqu'à maintenant , la classification histologique des tumeurs reste l'outil fondamental pour estimer le pronostic global en termes de survie.

La topographie est un critère utile, mais l'histologie tumorale est le critère principal de classement puisqu'il va aussi nous indiquer le pronostic global.

Topographie	Adulte	Enfant
Supra tentorielle	Gliome Méningiome	Astrocytome Ependymome
Ligne Médiane	Adénome hypophysaire	Crâniopharyngiome Germinome
Infra tentorielle	Métastase Hémangioblastome	Astrocytome Medulloblastome Gliome du tronc Ependymome
Angle pontocérébelleux	Neurinome	

**Figure 22 : Repartition des principales tumeurs selon le siège et l'âge [22]**

L'imagerie médicale est suffisante pour une classification topographique, mais la biopsie reste le seul moyen d'obtenir un fragment de tissu cérébral pour un examen histologique.

**2. Classification selon l'histologie : [23]**

Les avancées rapides en matière de biologie moléculaire ont permis l'identification d'anomalies génétiques clés 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 (cIMPACT-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.

La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

OMS 2016	OMS 2021
<b>Tumeurs astrocytaires et oligodendrogiales diffuses</b>	<b>Gliomes, tumeurs glioneuronales et neuronales</b>
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
<b>Autres tumeurs astrocytaires</b>	• Gliomes astrocytaires circonscrits
<b>Astrocytome pilocytique</b>	Astrocytome pilocytique
Astrocytome pilomyxoïde	Astrocytome anaplasique avec aspects piloides
Astrocytome à cellules géantes sous-épendymaire	Xantho-astrocytome pléomorphe
Xantho-astrocytome pléomorphe	Astrocytome à cellules géantes sous-épendymaire
Xantho-astrocytome pléomorphe anaplasique	Gliome choroïde
<b>Autres gliomes</b>	Astroblastome, avec altération de MN1
Gliome choroïde du 3 <sup>ème</sup> ventricule	• Tumeurs glioneuronales et neuronales
Gliome angiocentrique	Gangliogliome
Astroblastome	Gangliocytome
<b>Tumeurs neuronales et glioneuronales</b>	Gangliogliome desmoplastique infantile/astrocytome desmoplastique infantile (DIG/DIA)
Tumeur neuro-épithéliale dysembryoplasique	Tumeur neuro-épithéliale dysembryoplasique
Gangliocytome	Tumeur glioneuronale avec des aspects oligo-like et des clusters de noyaux (DGONC)
Gangliogliome	Tumeur glioneuronale papillaire
Gangliogliome anaplasique	Tumeur glioneuronale à rosettes (RGNT)
Gangliocytome dysplasique du cervelet (Maladie de Lhermitte-Duclos)	Tumeur glioneuronale myxoïde
Tumeur glioneuronale papillaire	Tumeur glioneuronale leptoméningée diffuse (DLGNT)
Tumeur glioneuronale à rosettes (RGNT)	Tumeur neurocytome central
Tumeur glioneuronale leptoméningée diffuse (DLGNT)	Neurocytome extra-ventriculaire
Neurocytome central	Liponeurocytome du cervelet
Neurocytome extra-ventriculaire	Parangliome
Liponeurocytome du cervelet	<b>Tumeurs épendymaires</b>
Parangliome	Subépendymome
<b>Tumeurs épendymaires</b>	Ependymome myxopapillaire
Subépendymome	Ependymome
Ependymome myxopapillaire	• Ependymomes à cellules claires
Ependymome	Ependymome tanyocytique
• Ependymome papillaire	Ependymome avec fusion RELA
• Ependymome à cellules claires	Ependymome anaplasique
• Ependymome tanyocytique	<b>Tumeurs des plexus choroïdes</b>
Ependymome avec fusion RELA	Papillome des plexus choroïdes
Ependymome anaplasique	Papillome atypique des plexus choroïdes
<b>Tumeurs des plexus choroïdes</b>	Carcinome des plexus choroïdes
Papillome des plexus choroïdes	<b>Tumeurs embryonnaires</b>
Papillome atypique des plexus choroïdes	Médulloblastome, WNT-activé
Carcinome des plexus choroïdes	Médulloblastome, SHH-activé et TP53-non-muté
<b>Tumeurs embryonnaires</b>	Médulloblastome, SHH-activé et TP53-muté
Médulloblastome, WNT-activé	Médulloblastome, non-WNT/non-SHH
Médulloblastome, SHH-activé et TP53-non-muté	• Médulloblastomes
Médulloblastome, SHH-activé et TP53-muté	• Médulloblastomes
Médulloblastome, non-WNT/non-SHH	Médulloblastome, WNT-activé
• Médulloblastomes	Médulloblastome, SHH-activé et TP53-non-muté
• Médulloblastomes	Médulloblastome, SHH-activé et TP53-muté
Médulloblastome, WNT-activé	Médulloblastome, non-WNT/non-SHH
Médulloblastome, SHH-activé et TP53-non-muté	Médulloblastome défini histologiquement
Médulloblastome, SHH-activé et TP53-muté	• Autres tumeurs embryonnaires du SNC
Médulloblastome, non-WNT/non-SHH	Tumeur rhabdoïde térotoïde atypique (ATRT)
Médulloblastome défini histologiquement	Tumeur neuro-épithéliale cribiforme (CRINET)
• Autres tumeurs embryonnaires du SNC	Tumeur embryonnaire avec rosettes multistratifiées (ETMR)
Tumeur rhabdoïde térotoïde atypique (ATRT)	Neuroblastome du SNC FOXR2-activé
Tumeur neuro-épithéliale cribiforme (CRINET)	Tumeur embryonnaire du SNC avec BCOR ITD
Tumeur embryonnaire avec rosettes multistratifiées (ETMR)	Tumeur embryonnaire du SNC
Neuroblastome du SNC FOXR2-activé	<b>Tumeurs du parenchyme pinéal</b>
Tumeur embryonnaire du SNC avec BCOR ITD	Pinéocytome
Tumeur embryonnaire du SNC	Tumeur du parenchyme pinéal de différenciation intermédiaire
<b>Tumeurs du parenchyme pinéal</b>	Pinéoblastome
Pinéocytome	Tumeur papillaire de la région pinéale
Tumeur du parenchyme pinéal de différenciation intermédiaire	Tumeur myxoïde desmoplastique de la région pinéale SMARCB1-muté
Pinéoblastome	
Tumeur papillaire de la région pinéale	

Figure 23 : 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. [23]

### **III. LIMITES DE L'IMAGERIE CEREBRALE ET NECESSITE D'UNE BIOPSIE DES PROCESSUS INTRACRANIENS :**

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

#### **1. TECHNIQUES D'IMAGERIE MORPHOLOGIQUES :**

##### **a. TOMODENSITOMETRIE :**

Il s'agit généralement de la première exploration en imagerie effectuée devant une suspicion de processus intracrânien[24], le scanner cérébral à rayon X est habituellement l'examen qui va révéler l'existence d'une tumeur cérébrale, visible sous forme d'une anomalie de densité souvent associée à des signes indirects : effet de masse, œdème péri tumoral. L'injection de produit de contraste iodé pourra préciser le diagnostic si la densité de la tumeur se rehausse après injection. L'utilisation de fenêtres osseuses permet de visualiser une éventuelle déformation de la voûte crânienne, révélant ainsi l'évolution lente de la tumeur [25].

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

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

L'aspect scannographique varie selon ce grade histologique, le tableau suivant résume les différents aspects obtenus par TDM :



**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

	C-	C+	O	K	Ca	H	M
Astrocytome grade I	iso/hypo	-/(+)	+	+(-)	-	-	+/-
Astr. grade II	hypo	+/-	+/-	+/-	-	-	+/-
Astr grade III	hypo/iso	++	+	+	-	+/-	+
Glioblastome	hypo/iso/hyper	+++	+++	+	-	++	++

C- : aspect avant injection du produit de contraste C+ : prise de contrast O : œdème K : nécrose Ca : calcification H : hétérogénéité M : effet de masse



**Figure24: Signes TDM très évocateurs d'un glioblastome**

Hyperdensité après injection du produit de contraste et aspect hétérogène «marécageux » avec œdème périlésionnel. [26]

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



**Figure 25: Image d'une TDM cérébrale montrant : une hypodensité frontale cerclée d'un anneau hyperdense après injection de produit de contraste avec œdème périlésionnel. [27]**

Cette image suggère un abcès cérébral (surtout lorsque les données cliniques et biologiques le suggèrent), mais certains diagnostics ne peuvent pas être écartés. On peut évoquer :

- Tumeurs : gliome – métastase (abcédée)
- Foyer d'infarctus, hémorragie, hématome
- Parasitose : toxoplasmose, kyste hydatique,....
- Tuberculome, abcès tuberculeux, cryptococcose, candidose.

La biopsie stéréotaxique cérébrale permet de distinguer les tumeurs des autres affections (hémorragiques, infectieuses, voire dégénératives) et d'établir un diagnostic définitif.

**b. IMAGERIE PAR RESONNANCE MAGNETIQUE :**

L'IRM constitue donc l'examen de seconde intention. Les séquences en T1, T2 (sans et avec injection de Gadolinium) et en flair sont les plus couramment utilisées. L'IRM permet une analyse beaucoup plus précise du processus intracrânien et de son retentissement sur le parenchyme cérébral adjacent (œdème, effet de masse). Elle permet aussi 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.

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

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

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

### **2. TECHNIQUES D'IMAGERIE MULTIMODALES :**

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

La TEP est la plus ancienne technique de neuroimagerie fonctionnelle. C'est une technologie lourde et onéreuse mais elle garde quelques rares indications qui sont d'ordre diagnostique . Elle permet de retirer des informations sur le débit et le volume sanguin cérébral régional, sur l'utilisation de glucose et les protéines par le cerveau.

C'est une méthode qui utilise : un analogue du glucose marqué au fluor18 (18-FDG 2-[18F] fluoro-2-deoxy-D-glucose ou 18-FDG) et un acide aminé, la méthionine, marquée au carbone 11 (L-méthyl-11C-méthionine ou 11C-MET).

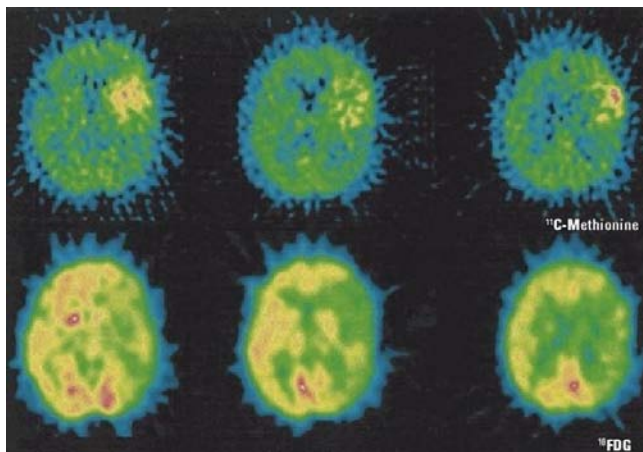
La captation du 18-FDG augmente avec le degré de malignité tumorale et peut avoir une valeur pronostique. Il permet également d'aider le clinicien dans le diagnostic différentiel de récurrence, notamment versus radio nécrose.

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

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  $^{11}\text{C}$ -MET est actuellement le traceur de référence en neuro-oncologie. Sa sensibilité diagnostique est meilleure, la captation augmente avec le grade [28] et est inversement corrélée au pronostic [29].

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



**Figure 26: Évaluation d'un gliome de grade II. : Hypo-captation en TEP FDG, hyper-captation en TEP MET [30]**

#### **b. SPECTROSCOPIE PAR RESONNANCE MAGNETIQUE :**

La SRM permet de faire une étude métabolique du parenchyme cérébral normal et pathologique[31-32-33]

La SRM permet de :

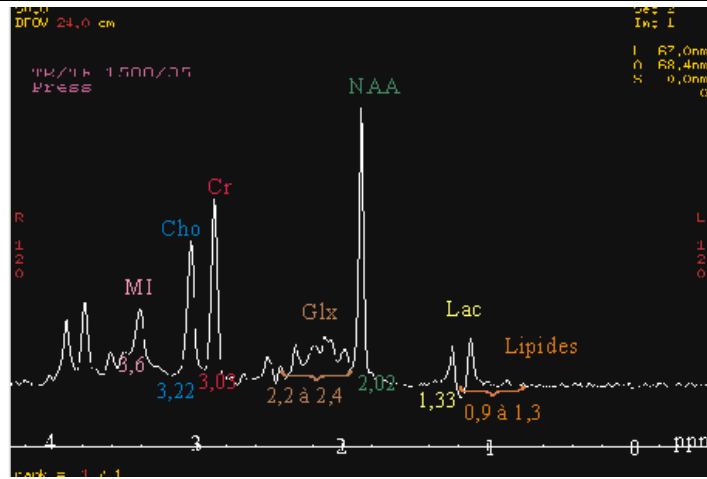
- Faire la part entre tumeur et une lésion non tumorale
- Permet d'approcher le nature histologique, de grader les tumeurs gliales

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

- Aider à la planification thérapeutique quand une radiothérapie est envisagée, en précisant les limites de l'extension tumorale.
- Evaluer la réponse post-radiothérapeutique.

Les métabolites mesurés en spectroscopie du proton sur une IRM cérébrale sont des éléments importants de son métabolisme cellulaire. Les principales raies détectées en 1H SRM du cerveau sont :

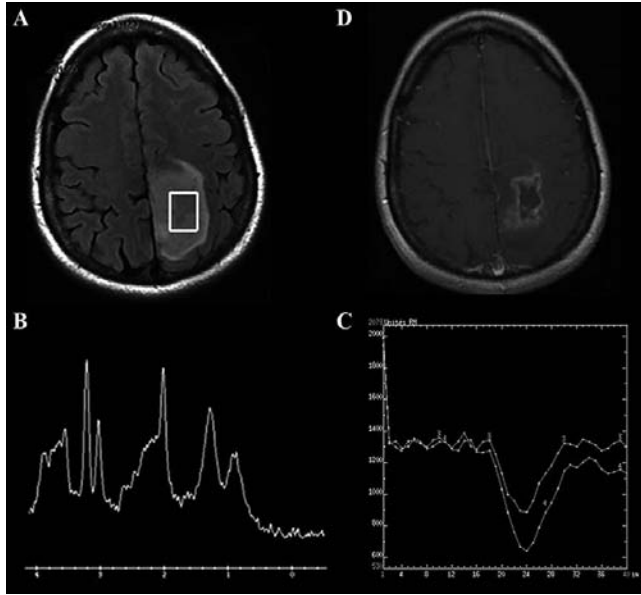
- ✓ Le N-acétylaspartate (NAA), détecté à 2.2 ppm, est un marqueur de la viabilité et de la densité axonale des neurones normaux. La diminution de sa résonance traduit une souffrance ou un remplacement neuro-axonal par du tissu pathologique en l'occurrence tumoral.
- ✓ La Choline (Cho), détectée à 3.22ppm, présente un intérêt capital dans l'exploration des tumeurs cérébrales. Elle reflète le renouvellement cellulaire membranaire et par conséquent est augmentée dans tous les processus conduisant à une hyper cellularité.
- ✓ La Créatine (Cr) : Elle est détectable à 3,03 ppm. C'est un marqueur du pool énergétique des cellules cérébrales caractérisant l'état physiologique global du tissu cérébral. Le pic de créatine est souvent utilisé comme pic de référence car il est stable dans le temps.
- ✓ Le Myo-Inositol (ml) résonne à 3,56 ppm. C'est un sucre marqueur de la prolifération gliale. Il est particulièrement retrouvé dans les tumeurs gliales de bas grade et dans la gliose.



**Figure 27 : Les différents métabolites retrouvés en spectroscopie protonique du parenchyme cérébral.**

Et dans les cas pathologiques :

- ✓ Les lipides libres sont caractérisés par deux pics distincts assez larges à TE court. L'un à 1,3 ppm et l'autre à 0,9 ppm. Ils sont présents en cas de nécrose.
- ✓ Les lactates (Lac) résonnent à 1,36 ppm. Marqueurs de l'anaérobiose, témoins de l'altération fonctionnelle mitochondriale. Ils ne sont pas détectables dans le cerveau normal, sauf dans le LCR. Ils augmentent dans la plupart des processus pathologiques, qu'il s'agisse de tumeurs ou d'autres lésions. Prenons l'exemple suivant :



**Figure 28 : Lésion rolandique gauche présentant un rehaussement de signal T1 post-gadolinium hétérogène(A, D) évocateurs d'un gliome de haut grade. La spectroscopie montre une augmentation pourtant modérée de la choline (B) et surtout une absence d'hyperperfusion (C) conduisant à reconsidérer le diagnostic initialement proposé. Il s'agissait d'un abcès toxoplasmique[34].**

En conclusion, malgré les progrès de l'imagerie médicale cérébrale, la nature précise d'une masse, l'analyse détaillée de la structure parenchymateuse, dépasse les possibilités techniques actuelles.

Pour une caractérisation parfaite, les études histologiques peuvent fournir des informations précieuses qui peuvent aider à orienter l'approche thérapeutique du patient.

La biopsie stéréotaxique associe une grande innocuité pour le patient à une précision de l'ordre de quelques millimètres. Cela donne au chirurgien la flexibilité de choisir la meilleure option pour le patient. La BST permet :

- ✓ Le prélèvement de tissu d'un point précis pour étude histologique et microbiologique – Aspiration de structure kystique, hématome ou cavité d'abcès.

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ✓ Mise en place de drains temporaires ou permanents, de cathéters.
- ✓ Précise l'orientation des instruments de cérébroscopie et localisation ou guide vers une cible peropératoire.

Tous les fragments recueillis par cette technique feront l'objet d'un examen anatomo-pathologique,

### **IV. ETUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE DES PROCESSUS INTRA-CRANIENS :**

Le but de l'examen histopathologique est d'élaborer le diagnostic par la démarche anatomoclinique, préciser le pronostic en apportant les éléments utiles, évaluer l'effet des thérapeutiques.

#### **1. LE TYPE DE PRELEVEMENT :**

La biopsie en condition stéréotaxique permet le recueil d'un fragment de petite taille, de ce fait, et pour être représentatif de la lésion, celui-ci devra être bien ciblé. Un prélèvement nécrotique est rarement informatif. La multiplicité des fragments biopsiques augmente les chances d'avoir un diagnostic histopathologique mais ceci ne devra pas augmenter la morbidité liée au geste. Il est vivement souhaitable que l'anatomopathologiste ait connaissance du dossier clinique, des caractéristiques à l'imagerie d'une lésion. En effet, en matière de tumeurs intracrâniennes, l'imagerie constitue en quelque sorte l'examen macroscopique qui fait défaut du fait de la petite taille du prélèvement.

#### **2. Le conditionnement du prélèvement :**

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

- ✓ les étalements permettent une bonne analyse cellulaire. Ils sont utilisés lors de l'examen extemporané.
- ✓ les coupes à congélation pourront également avoir un intérêt dans le cadre des biopsies extemporanées.



### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- ✓ la fixation dans du formol tamponné pour l'étude histopathologique conventionnelle. Le bouin est à éviter, celui-ci provoque une altération du matériel génétique ce qui empêchera la réalisation d'une étude cytogénétique ultérieure.
- ✓ la fixation dans la glutaraldehyde à 2,5% pour une étude en microscopie électronique (souvent utile dans le cas des tumeurs de l'enfant).
- ✓ la congélation pour éventuelles études en biologie moléculaire ou la mise en évidence de certains antigènes.
- ✓ un prélèvement frais en condition stérile pour la cytogénétique si celle-ci est réalisable pourra également être effectué.

#### **L'étude immunohistochimique fait appel à certains marqueurs :**

- ✓ GFAP : marqueur astrocytaire
- ✓ MAP-2 : marqueur oligodendrogial
- ✓ Ki 67 : marqueur de prolifération
- ✓ NF: marqueur neuronal

### **3. RESULTATS ANATOMO-PATHOLOGIQUES :**

Dans notre série, nous nous limitons à des processus intracrâniens les plus rencontrés (voir résultats ci-dessous), ce sont les tumeurs gliales, les métastases, les lymphomes et les tuberculomes.

#### **a. TUMEURS GLIALES :**

Les gliomes infiltrants (diffus) peuvent être bénins ou malins, tandis que les gliomes circonscrits sont toujours bénins et leur résection complète peut guérir le patient

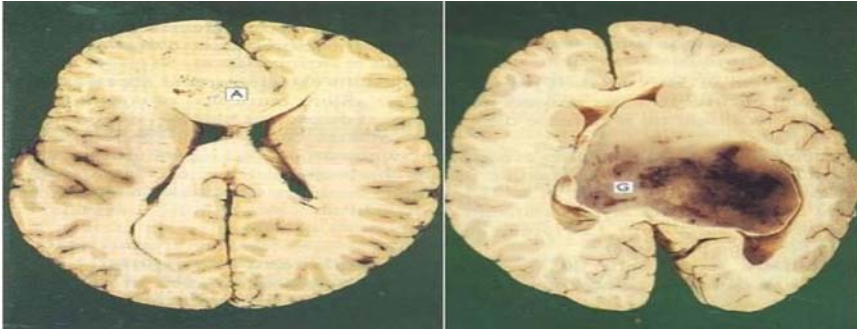
- ♣ Les gliomes infiltrants
- ♣ Les astrocytomes
- ♣ Les oligodendrogliomes
- ♣ et les gliomes mixtes

**LES ASTROCYTOMES :**

- Macroscopiquement :

Il s'agit de Tumeurs mal limitées , infiltrantes + + +

- de Localisation et Consistance variable, ferme ou gélatineuse
- Siège de remaniements : kystiques, hémorragiques, nécrotiques



**Figure 29: Deux tranches de cerveau montrant [35]**

A : un astrocytome frontal de bas grade

G : un volumineux glioblastome envahissant le système ventriculaire . Tumeur associée à des lésions nécrotiques et hémorragiques.

- **Histologiquement:**

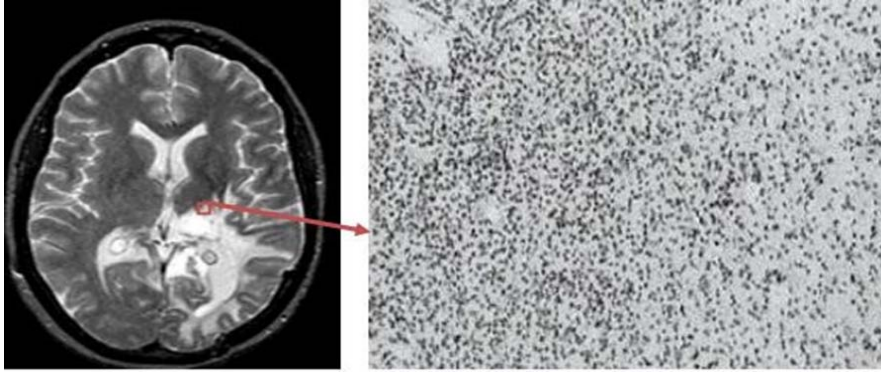
Les astrocytomes sont formés par des cellules astrocytaires : d'aspect étoilé, avec de multiples prolongements donnant l'image d'un fond fibrillaire

En fonction de l'existence :

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

Ils seront, schématiquement, gradés en :

- grade II – grade III : astrocytome anaplasique – grade IV : glioblastome

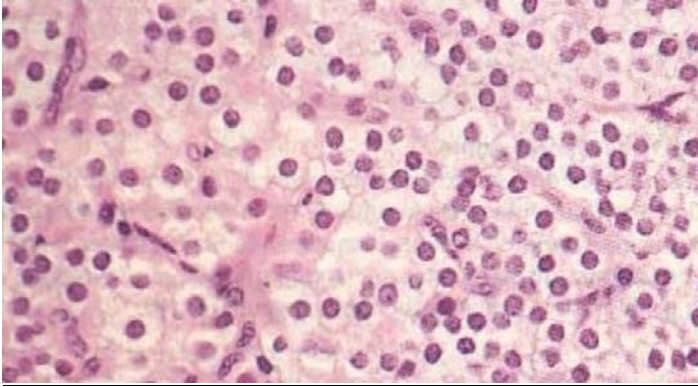


**Figure 30: Résultat anatomo-pathologique d'une biopsie stéréotaxique [35]**

Image en microscopie optique (x50) montrant une cellularité diffuse, mitoses, atypie cyto-nucléaire, pas de nécrose et pas de prolifération endothélio-capillaire. Évoquant un astrocytome anaplasique

**LES OLIGODENDROGLIOMES :**

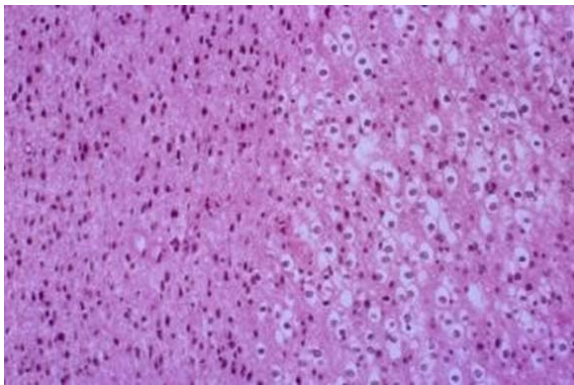
Ils siègent surtout à l'étage supratentorial, dans le lobe frontal. En IRM, les formes peu évolutives se présentent sous l'aspect d'une lésion atteignant le cortex et la substance blanche sous-jacente, sans effet de masse, en hyposignal en T1 et en hypersignal en T2. Les calcifications sont mieux visibles en scanographie. Une prise de contraste signe le caractère très agressif de la lésion.



**Figure 31: Image en microscopie optique (x200) montrant : cellules a noyaux arrondis entourés d'un cytoplasme vacuolaire. □Évoquant un oligodendrogliome [35]**

**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 32: Oligo-astrocytome : à droite : composante oligodendrocytaire à gauche : composante astrocytaire [35]**

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### **b. Métastases cérébrales :**

Occupent la 2ème 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).

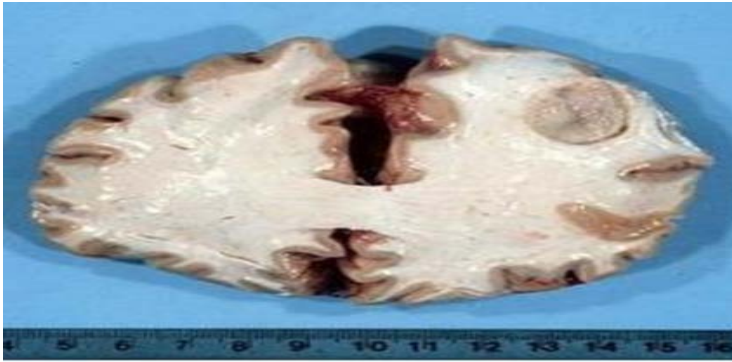
Les sites tumoraux primitifs par ordre de fréquence sont :

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

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

#### **Macroscopiquement :**

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



**Figure 33: Tranche d'un cerveau montrant : l'aspect macroscopique d'une métastase cérébrale d'un cancer broncho-pulmonaire (nodules unique bien circonscrit) [27]**

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### c. LYMPHOMES DU SNC [36] :

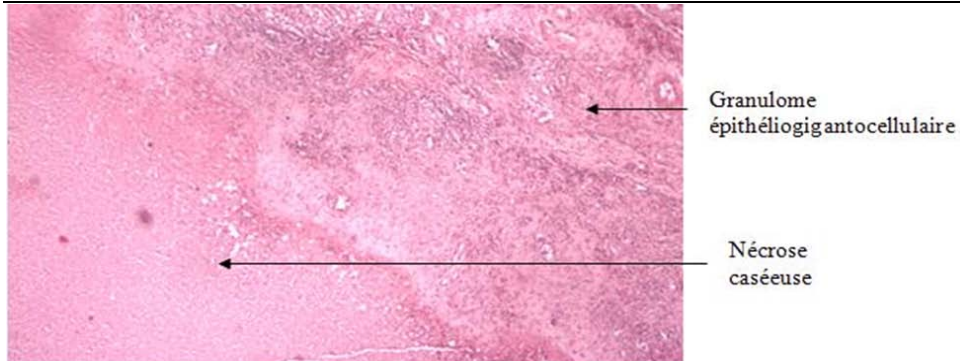
Prolifération de cellules lymphoïdes sous forme de nodules et de groupements périvasculaires. Ils siègent préférentiellement dans les noyaux gris centraux, les régions périventriculaires et le corps calleux. Ils peuvent être uniques ou multiples, s'accompagnent d'une réaction oedémateuse discrète et sont responsables d'un effet de masse modéré compte tenu de leurs dimensions. Ils sont en isosignal ou discret hyposignal par rapport à la substance grise en T1 et isosignal ou discret hypersignal en T2. La prise de contraste, pratiquement constante en l'absence de traitement par corticoïdes, est variable selon le terrain: chez les sujets immunocompétents, les lésions sont le plus souvent rehaussées de façon homogène et intense ; chez les sujets immunodéprimés, leur aspect est plus volontiers hétérogène avec prise de contraste en anneau, foyers de nécrose et d'hémorragie .

### d. Tuberculomes [36] :

Le tuberculome cérébral représente une forme grave de l'infection liée aux bacilles de Koch. Son incidence est variable dans le monde, pouvant atteindre 10 % des masses cérébrales dans les pays en voie de développement .Le tuberculome résulte de la diffusion bactérienne à partir d'un foyer primitif du bacille de Koch. Les bacilles arrivent au système nerveux central par voie hématogène, et constituent après rupture de la barrière hématoencéphalique des tubercules intracérébraux. Ces derniers peuvent prendre des localisations multifocales intracrâniennes ou former un seul foyer infectieux fait de plusieurs tubercules coalescents. Les lésions sont typiquement le siège d'une caséification, cette dernière étant responsable d'une nécrose solide au début et qui devient liquidienne par la suite (pseudoabcédation).

le tuberculome est caractérisé par deux éléments :

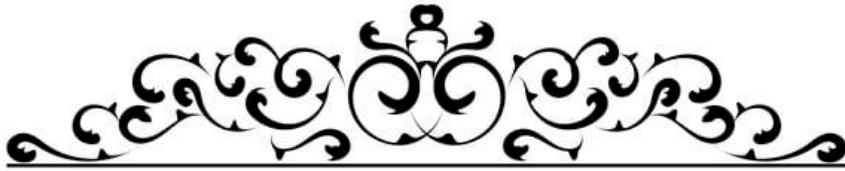
- ✓ **La nécrose caséuse** : substance éosinophile, craquelée, granuleuse ou homogène
- ✓ pouvant être complète ou incomplète avec persistance de quelques débris nucléaires.
- ✓ **Le follicule de Koster** .
- ✓ Ce follicule peut être de taille variable, simple ou parfois polycyclique par confluence de plusieurs follicules.



**Figure 34 : aspect histologique d'un tuberculome [27]**

**V. PROCESSUS INTRACRANIENS DE NATURE NON TUMORALE :**

- + Kyste hydatique
- + Abscès cérébral
- + Hématome
- + Tuberculome
- + Malformation artérioveineuse
- + Forme pseudo-tumorale d'une pathologie inflammatoire : (neurobehçet, sclérose en plaque ...)





## **I. Matériels :**

1. **Type d'étude** : Notre travail est une étude rétrospective à but descriptif et analytique
2. **La Taille de l'échantillon** : Nous avons recensé 50 cas de biopsie .
3. **Durée de l'étude** : menée sur une période de 60 mois ( 5 ans ) du 2017 au 2021.
4. **Lieu de l'étude** : Tous les patients ont été pris en charge dans le service de neurochirurgie de l'hôpital Militaire Avicenne de Marrakech.
5. **Critères d'inclusion et d'exclusion:**

### **5.1 critères d'inclusion**

#### ***Nous avons inclus dans notre étude***

- Patients hommes et femmes de tout âge opérés au sein du service de neurochirurgie de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech .
- Dossiers exploitables.
- lorsque la nature histologique de la lésion suspectée sur l'imagerie, le traitement ne nécessitera pas une exérèse chirurgicale (lymphome...)
- Tumeurs cérébrales de localisation profonde (noyaux gris centraux) ou localisées au niveau d'une zone fonctionnelle par exemple les aires du langage ou la région rolandique .
- Lésions multifocales non accessibles à un abord direct .
- Comorbidités avec haut risque de l'anesthésie générale.
- Nécessité d'un traitement complémentaire précoce ( chimiothérapie / radiothérapie ) pour les tumeurs inopérables avec un mauvais pronostic .
- les lésions de petite taille pour lesquelles différents traitements curatifs peuvent être proposés (radiochirurgie ou résection)
- Les processus infectieux (abcès, empyèmes ...)

---

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

### **5.2 Critères d'exclusion**

Nous avons exclu dans notre étude :

- Dossiers inexploitable.
- Patients avec une hypertension intracrânienne majeure
- Tumeurs superficielles accessibles à un abord direct
- Un traitement anticoagulant .

## **II. Méthodes :**

Afin de collecter les informations nécessaires pour l'étude, nous avons établi une fiche d'exploitation comprenant les différentes variables nécessaires .

les fiches ont été remplies en faisant recours aux dossiers et les comptes rendus opératoires des patients du service de Neurochirurgie de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech .

Nous avons étudié les caractéristiques épidémiologiques, cliniques , paracliniques , thérapeutiques et évolutives des patients inclus .

## **III. Outils statistiques**

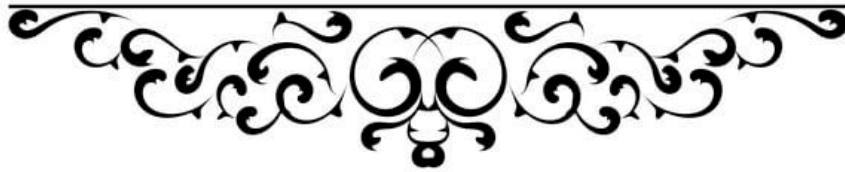
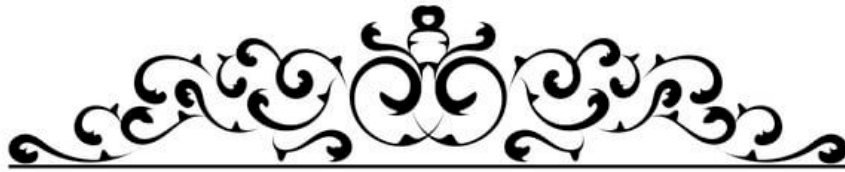
Le logiciel SPSS version 21 a été utilisé pour toutes les analyses statistiques . Les variables ont été exprimées en moyenne, fréquence et en pourcentage.

Les graphes ont été traités par le logiciel Excel 2013.

Après la validation et l'analyse statistique des données, une description globale a été faite.

## **IV.Aspect Ethique**

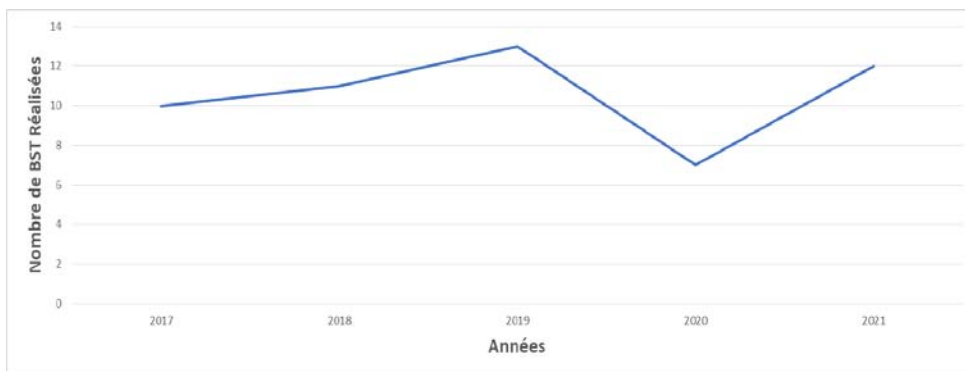
Le recueil des données a été fait en prenant en considération les règles globales d'éthique relatives au respect de la confidentialité, ainsi la protection des données propres aux patients. Ces considérations éthiques ont été respectées tout au long de l'étude.



## **I. Les Données cliniques :**

### **1. L'effectif**

Sur une période de 5 ans allant du 2017 au 2021, nous avons colligé les dossiers de 50 patients ayant bénéficiés de la biopsie stéréotaxique cérébrale à but diagnostique et/ou thérapeutique.



**Figure 35 : Nombre annuel de gestes en conditions stéréotaxiques dans notre série**

### **2. L'âge à l'admission:**

L'âge des patients dans notre série variait entre 14 ans et 81 ans avec une moyenne d'âge de 52ans .

Le plus jeune de nos patients était une fille de 14ans , chez qui la BST a été faite pour une lésion de la région sellaire étendu en suprasellaire et qui a révélé un craniopharngiome .

La tranche d'âge la plus représentée dans notre étude est + de 50 ans soit 56% des patients .

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

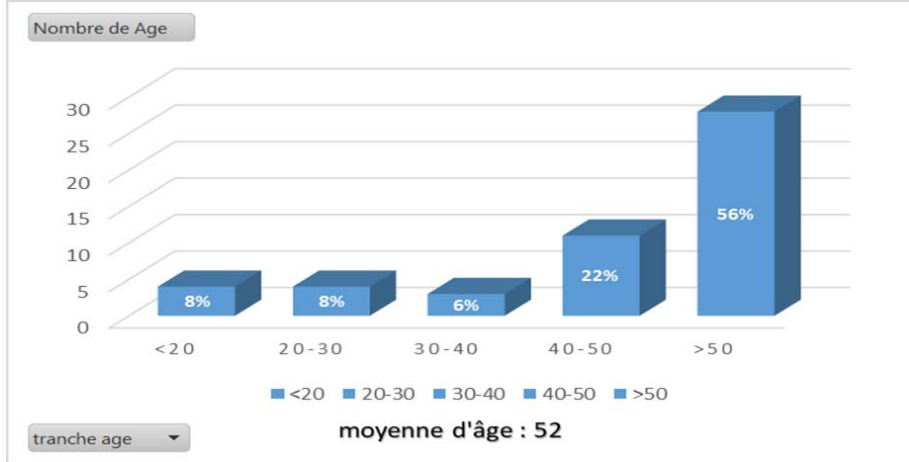


Figure 36: Répartition des cas par tranche d'âge.

### 3. Répartition selon le sexe :

Nous avons noté une prédominance masculine avec 31 hommes (62 % des cas ) contre 19 femmes (38% des cas ) avec un sexe ratio (H/F) de 1,6

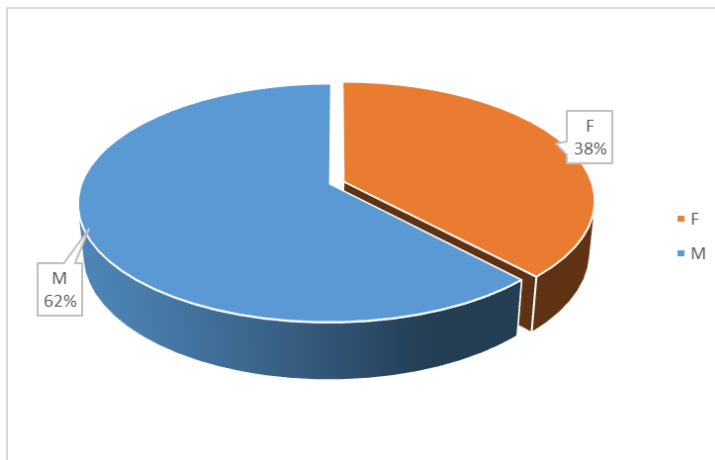


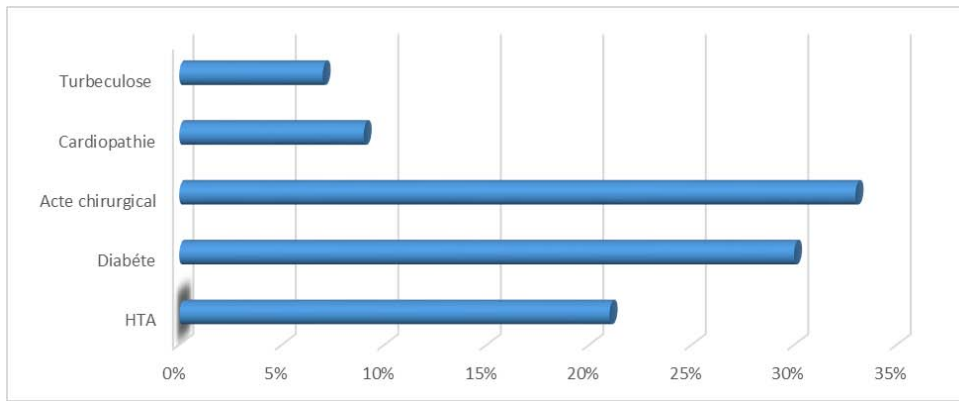
Figure 37 : Répartition des cas en fonction du sexe.

**4. Les antécédents :**

**Tableau I : Présentation des antécédents personnels de nos malades**

ATCDs	Nombre de patients	Pourcentage %
HTA	7	21
Diabète	10	30
Acte chirurgical	11	33
Cardiopathie	3	9
Tuberculose pulmonaire (TBK)	2	7

- 9 patients ont bénéficié d'un acte chirurgical (ophtalmologiques / digestives/ Gynécologique) .
- 01 patient est opéré pour un Craniopharyngiome.
- 01 patient a un passé carcinologique ( néo du sein ).



**Figure 38 : antécédents pathologiques les plus retrouvés dans notre série.**

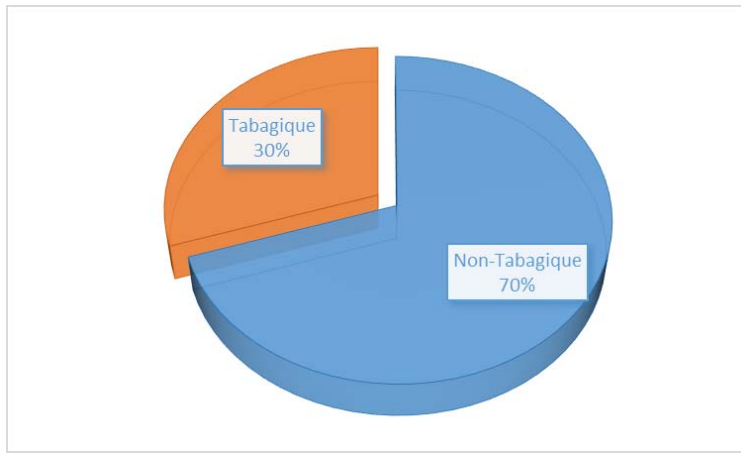
## **5. Les habitudes toxiques**

### **Tabagisme :**

Nous avons noté 15 cas d'intoxication tabagique active et 35 cas non tabagique.

Chez les patients tabagiques, une consommation comprise entre 20 et 120 Paquets/Année était retrouvée.

Parmi les sujets tabagiques, trois avaient été sevrés depuis plus d'un an.



**Figure 39: Répartition des malades en fonction de l'intoxication tabagique**

### **Alcoolisme :**

Par ailleurs une intoxication alcoolique a été retrouvée chez 03 patients.

### **Autres drogues :**

01 seul cas de cannabis est noté.

## **6. Antécédents familiaux**

Dans notre étude, Aucun antécédent pathologique particulier n'a été noté notamment pas d'antécédent allergique ou néoplasique familial.

## **II. Tableau clinique :**

La présentation clinique était variable :

### **1. L'hypertension intracrânienne (HTIC) :**

L'HTIC a été retrouvée dans 18 des cas, le plus souvent elle a été incomplète avec des céphalées comme symptôme principal, se caractérisent par une apparition récente avec exacerbation progressive, résistent au traitement antalgique habituel et par un horaire matinal, associés à des nausées avec ou sans vomissements.

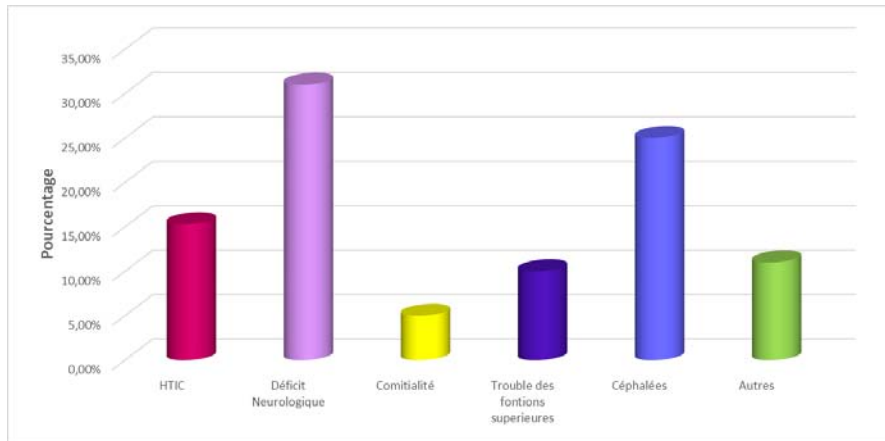
### **2. Les signes de localisation :**

- **Déficit moteur :**
  - 19 Cas d'hémi-parésie
  - 6 Cas d'hémiplégie
- **Déficit sensitif :**
  - 03 cas d'hypoesthésies
- **Trouble sphinctériens :**
  - 02 cas d'incontinence urinaire
- **Troubles de conscience :**
  - 02 cas de confusion mentale
  - 02 cas d'obnubilation
- **Troubles visuels**
  - 09 Cas de baisse de l'acuité visuelle
  - 03 cas de diplopie
  - 02 cas de pré cécité
- **Trouble de langage**
  - 04 cas d'aphasie
- **Troubles des fonctions supérieures**
  - 01 cas de troubles de la mémoire et de désorientation temporo-spatiale.



**3. Autres signes neurologiques :**

- 03 cas de syndrome cérébelleux
- 01 cas de syndrome pyramidal
- 05 cas de comitialité



**Figure 40: présentations cliniques des malades dans notre série.**

**Le Fond d'œil(FO)**

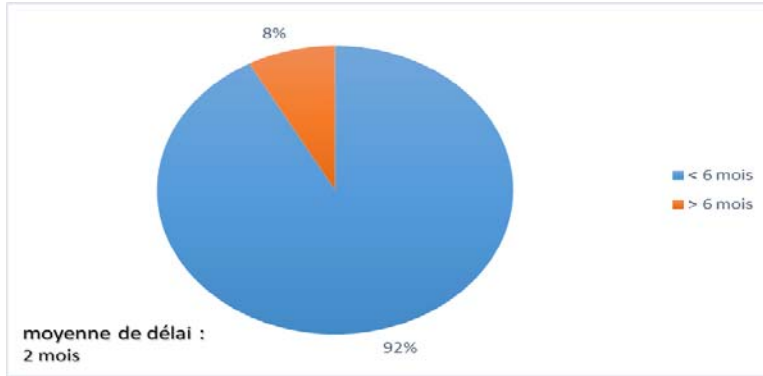
Réalisé chez 25 patients objectivant :

- 03 Cas d'œdème papillaire stade 1
- 02 cas d'œdème papillaire stade 2
- 03 cas d'œdème papillaire stade 3
- Le reste ne présente pas d'œdème papillaire

**4. La Durée d'évolution des signes cliniques :**

La durée d'évolution clinique variait dans notre étude entre 02 semaines et 01 an avec une moyenne de 02 mois. . À noter que 92 % des patients ont consultés en moins de 6 mois .

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**



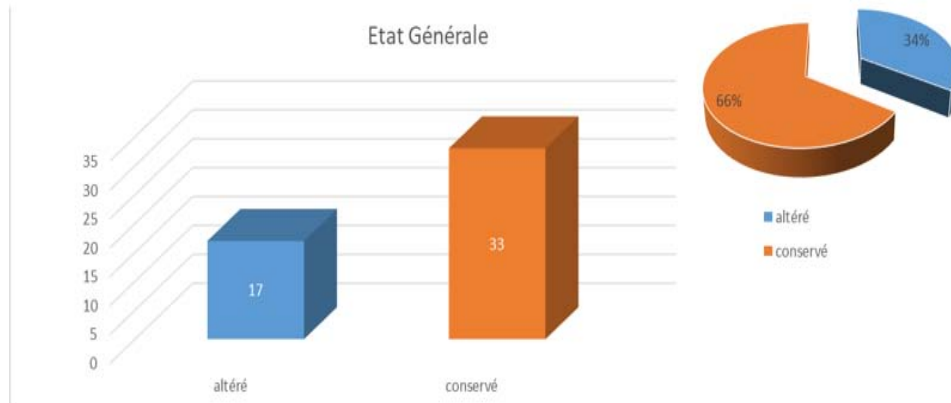
**Figure 41 : le délai de consultation**

**5. L'Etat général :**

*Dans notre série on a noté 17 cas d'altération de l'état général (AEG) .*

**Tableau II : Présentation de l'état générale de nos malades**

Etat Général	Effectif	Pourcentage (%)
Altéré	17	34
Conservé	33	66
Total	50	100



**Figure 42 : répartition des cas selon l'état générale**

### **III. Les Données de l'imagerie :**

- **Tomodensitométrie (TDM) :**

Dans notre série tous nos patients ont bénéficié d'une tomodensitométrie cérébrale préopératoire.

- **Imagerie par résonance magnétique (IRM) :**

Dans notre série 43 patients ont bénéficié d'une IRM cérébrale préopératoire.

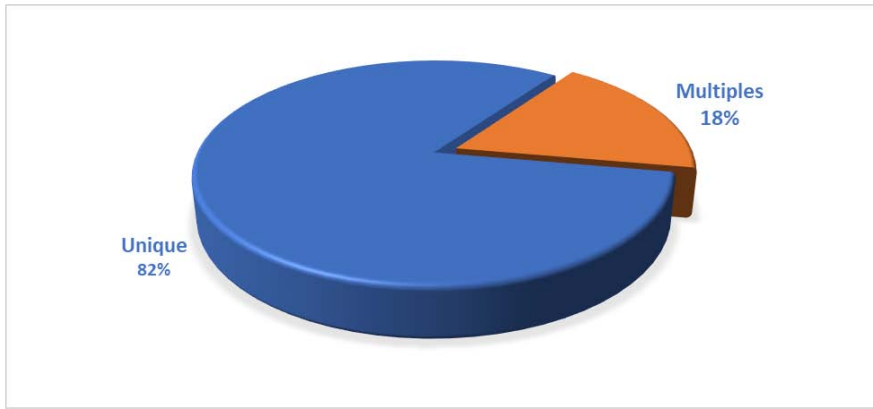
### **IV. Nombre et siège des lésions :**

TDM et/ou IRM ont permis de préciser le nombre de lésions, le siège et d'évoquer un Diagnostic.

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### 1. Nombre de Lésions :

Dans notre série, les lésions retrouvées à l'imagerie étaient uniques dans 41 des cas soit 82%, et multiples dans 9 des cas soit 18 % .

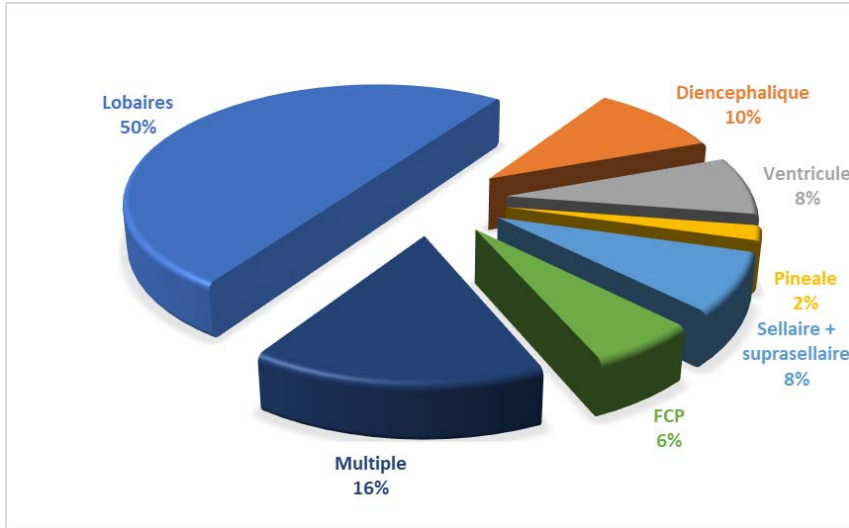


**Figure 43 : nombre de lésions à l'imagerie.**

### 2. le Siège des lésions :

**Tableau III : Siège des lésions à l'imagerie**

Siège	Nombre de cas	Pourcentage
Lobaire	25	50%
Diencephalique	5	10%
Ventriculaire	4	8%
Sellaire et suprasellaire	4	2%
Pinéale	1	8%
FCP	3	6%
Multiple	8	16%
Total	50	100%



**Figure 44 : localisation des lésions à l'imagerie**

#### **V. Diagnostic évoqués en préopératoire :**

Les diagnostics ont été évoqués sur un faisceau d'arguments ( cliniques et radiologiques), sont principalement :

- Les tumeurs gliales (haut grade : gliome ; bas grade : oligodendrogliome, astrocytome).
- L'ependymome.
- Pinéablastome.
- Les lymphomes .
- Les métastases .
- Les tuberculomes

## **VI. Bilan d'extension :**

**Tableau IV : Bilan d'extension dans notre série**

<b>Examen d'extension</b>	<b>Effectif</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
Radiographie de thorax et échographie abdomino-pelvienne	39	78
TDM Thoraco-abdomino-pelvienne ( TAP)	11	22
Total	50	100

## **VII. La Procédure de La Biopsie stéréotaxique ( BST) :**

Après avoir posé l'indication d'un geste en condition stéréotaxique

(Qu'elle soit d'ordre diagnostique ou thérapeutique) le consentement éclairé du

Patient est obtenu avant l'admission de celui-ci au service.

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

### **1. Préparation du patient :**

- Une consultation pré anesthésique (CPA) se basant sur un examen
- Clinique complet et un bilan biologique, comportant au minimum une NFS , un groupage GR-Rh et un bilan d'hémostase. Elle permet de rechercher, une contre indication à la chirurgie stéréotaxique notamment un trouble de la crase sanguine.
- On oubliant pas le soutien psychologique car la biopsie stéréotaxique est un geste encombrant sur le crane du patient et lui est souvent angoissant , Donc la procédure doit être clairement détaillé au patient ou ses accompagnants ( les modalités, la pénibilité , la durée de la procédure , son intérêt et les éventuelles compli-

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

cations ).

- Douche la veille de l'intervention .
- 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.
- Voie veineuse périphérique (VVP) : elle servira pour la sédation éventuelle du malade, ainsi pour l'injection de produit de contraste pendant le repérage scannographique .

### **2. Matériel utilisé pour la BST :**

- cadre : Leksell ( Fig 47 )
- Arc ou système de guidage stéréotaxique (Fig 52)
- Aiguille de biopsie : Sedan 2.5 mm/19cm ( Fig 52)

### **3. Type d'anesthésie :**

**Le type d'anesthésie réalisée lors de la pose de l'anneau (cadre) :**

• Tous nos patients avaient bénéficié d'une anesthésie locale lors de la pose soit un taux de 100% .

**Le type d'anesthésie réalisée lors de la biopsie stéréotaxique cérébrale (BST) :**

• Tous nos patients avaient bénéficié d'une anesthésie locale lors de la biopsie stéréotaxique soit un taux de 100% .

### **4. Mise en place du cadre :**

- Etape extrêmement importante. Vissage serré de l'anneau du cadre à la table externe du crane parallèle au plan orbito méatal , symétrique ou décalé latéralement en fonction de la cible .
- la cible peut être en sus- tentorielle ou sous -tentorielle .
- Dans notre étude le positionnement était sus tentorielle pour 36 patients , et sous tentorielle pour 14 patients .

**5. Repérage Scannographique :**

Un scanner est effectué avec un cadre de localisation pour tous nos patients ( fig 50)

- Coupes : axiale

**6. Repérage guidé par IRM :**

Aucun patient n'a bénéficié de ce repérage .

**7. Position cible**

Selon la localisation de la cible , étape qui nécessite une concentration et un maximum de sécurité en évitant les structures vasculaires ainsi que les zones hautement fonctionnelles

**8. Biopsie**

Tous les prélèvements sont réalisés en rosette et en étage , et sont fixés directement au formol pour étude anatomopathologique .

Le nombre de carottes varie de 04 à 08.

**9. Evacuation de Kyste :**

Dans notre série, réalisée chez 08 cas .

**10. Résultats Extemporaneés**

L'examen extemporané est l'examen anatomo-pathologique qui est effectué au cours de la biopsie stéréotaxique , essentiellement lorsqu'il existe un doute sur le caractère pathologique du prélèvement . Dans notre étude L'examen extemporané n'a pas été réalisé de façon systématique vu la non disponibilité parfois.

30 patients qui ont bénéficié d'un examen extemporané.



### VIII. Evaluation de la pénibilité de l'acte vécu par les patients :

Dans notre étude tous les patients ont été supporté l'acte.

### IX. Les incidents :

Aucun incident n'a été noté ni en per ou post opératoire .

### X. TDM de contrôle:

La TDM de contrôle en postopératoire immédiat a été systématiquement réalisé pour tous nos patients ,objectivant :

- Pneumocéphalie (clarté aérique) au niveau du site de la biopsie chez 50 patients .

### XI. Evolution Clinique immédiate 24h :

Dans notre série tous nos patients avaient une bonne évolution clinique, Pas de déficit moteur ou sensitif .

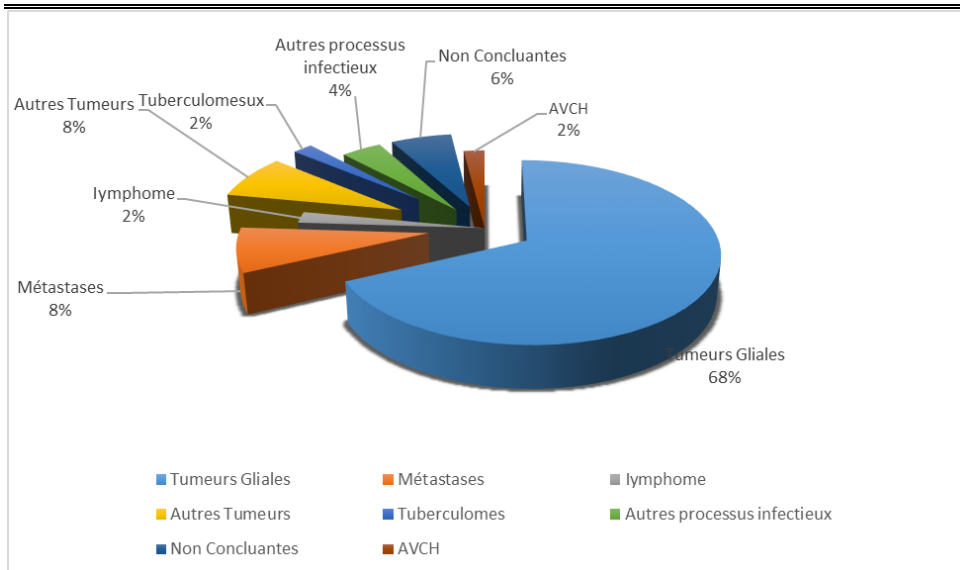
### XII. Histologie Concluante :

Une étude anatomopathologique des pièces de biopsie a été réalisée chez tous les patients .

**Tableau V : différents types histologiques à l'examen anatomopathologique définitif des biopsies stéréotaxiques ( n=50).**

Type histologique	Nombre/50	Pourcentage (%)
Tumeurs gliales	34	68
Métastases	4	8
Lymphome	1	2
AVCH	1	2
Autres tumeurs : -Pinéblastome -Méningiome -Craniopharyngiome -Papillome du plexus choroïde	4	8
Tuberculomes	1	2
Autres processus infectieux	2	4
Non concluantes	3	6

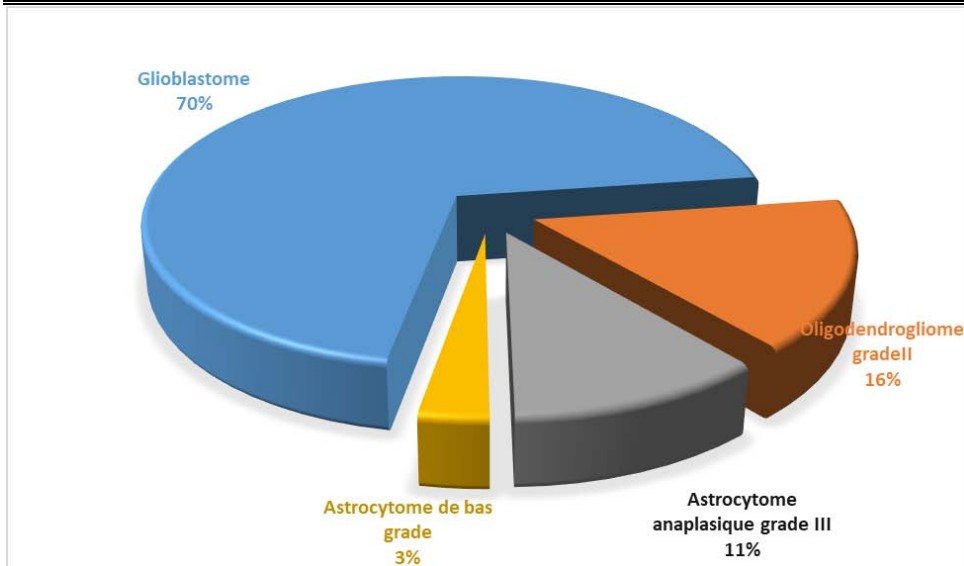
### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



**Figure 45 : différents types histologiques à l'examen anatomopathologique définitif des biopsies stéréotaxiques**

- Les tumeurs Gliales représentent le type histologique le plus rencontré dans 68 % des cas, ils sont réparties comme suit :

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



**Figure 46: proportions des différentes tumeurs gliales retrouvées dans notre série**

- Les métastases viennent en seconde position avec un pourcentage de 8% .

- Autres Tumeurs au nombre de 4 :

- 01 cas de Pinéoblastome
- 01 cas de méningiome
- 01 cas de craniopharyngiome
- 01 cas de papillome du plexus choroïde

- lymphome a été retrouvé chez 01 seul patient (soit 2%) .

- Tuberculome présent chez 01 seul patient (soit 2%).

- Autres processus infectieux au nombre de 02 (soit 4%).

- Biopsies non concluantes :

- 02 cas de Gliose réactionnelle
- 01 cas de Gliose avec infiltration histocytaire

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

Parfois la réponse de l'anatomopathologiste est non spécifique .

Dans notre série ,la biopsie stéréotaxique était non concluante pour 3 patients . l'attitude était de refaire une biopsie stéréotaxique .

Les résultats de la deuxième biopsie étaient comme suit :

- 2 Processus infectieux.
- 1 Glioblastome .

### **XIII. Décision thérapeutique :**

Est fonction du résultat de l'Anapath, si ce dernier nécessite une radiothérapie ou chimiothérapie le patient est adressé au service d'oncologie pour de la prise en charge.

Si la lésion est extirpable une reprise à ciel ouverte est faite.

Si l'examen cyto bactériologique isole un Germe, une antibiothérapie est instaurée en fonction de l'antibiogramme.

### **XIV. Mortalité et Morbidité**

**Mortalité :**

- Pas de décès directement lié au geste stéréotaxique , le taux de mortalité est de 0%.

**Morbidité :**

- Dans notre série le taux de morbidité est de 0%

### **XV. Evolution:**

#### **1. Evolution à court terme:**

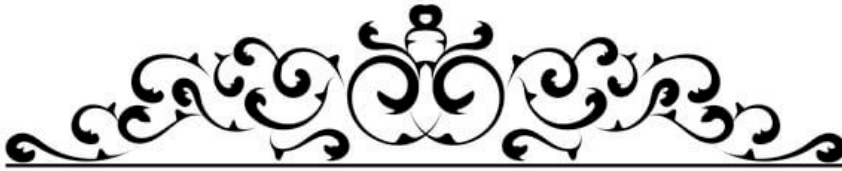
- Aucune mortalité périopératoire n'a été notée. Les patients porteurs de tumeurs kystiques ont constaté leur symptomatologie neurologique s'améliorer progressivement après aspiration des kystes ainsi que les patients porteurs d'abcès , d'empyème et de tuberculome après les avoir mis sous antibiothérapie .
- Patient avec AVCH son état s'est amélioré sur le plan clinique et neurologique après évacuation d'hématome .

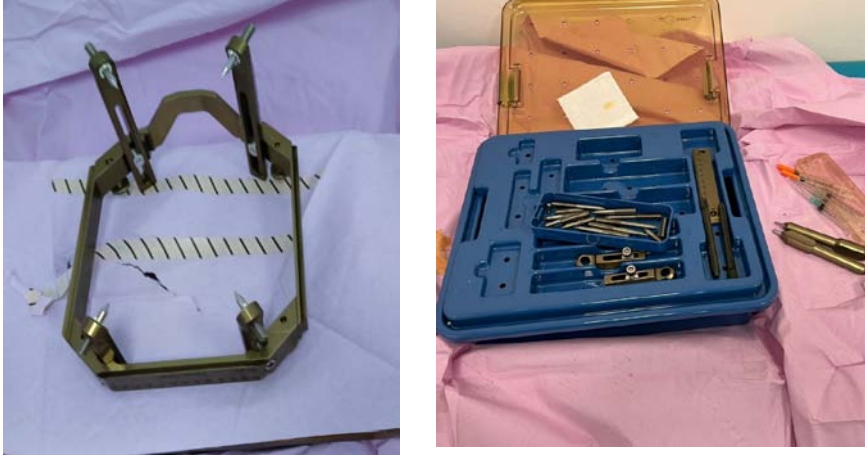
## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### 2. Evolution à moyen terme:

Deux décès sont survenus 1 mois en post opératoire en raison du retard du traitement complémentaire .

Douze patients ont bénéficié de 40 séances de RTH totalisant 50 Gray (des cas de glioblastome et d'oligodendrogliome grade II après chirurgie éveillée) avec bonne évolution clinique (disparition du syndrome d' HTIC et amélioration de l'acuité visuelle) et paraclinique .





**Figure 47 : Montage du cadre stéréotaxique**



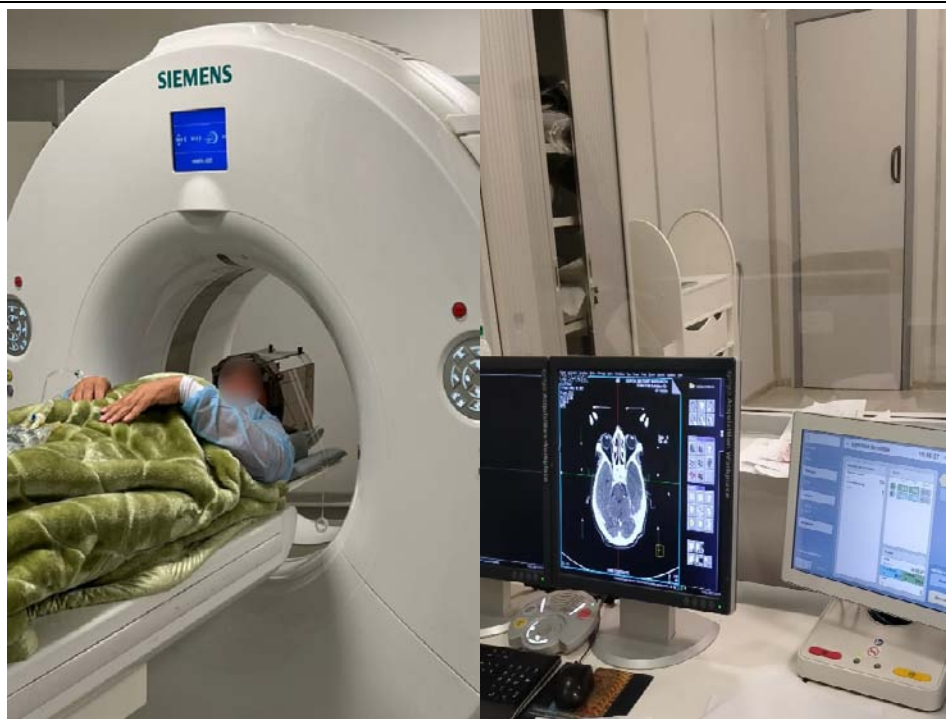
**Figure 48 : Fixation du cadre stéréotaxique après anesthésie locale**



**Figure 49 : Fixation du cadre Plexiglas**

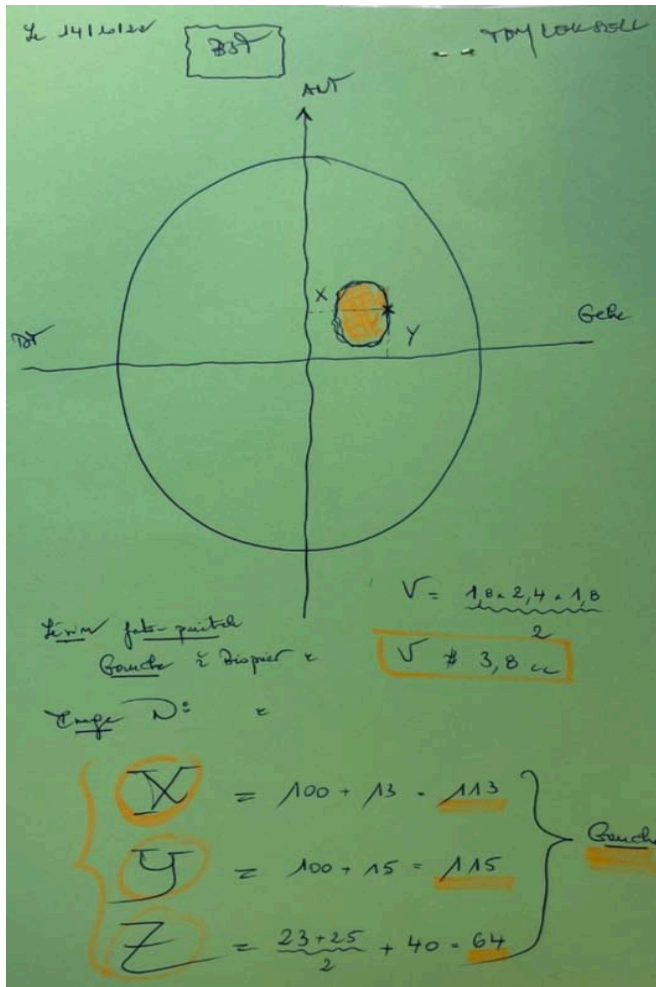


**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**



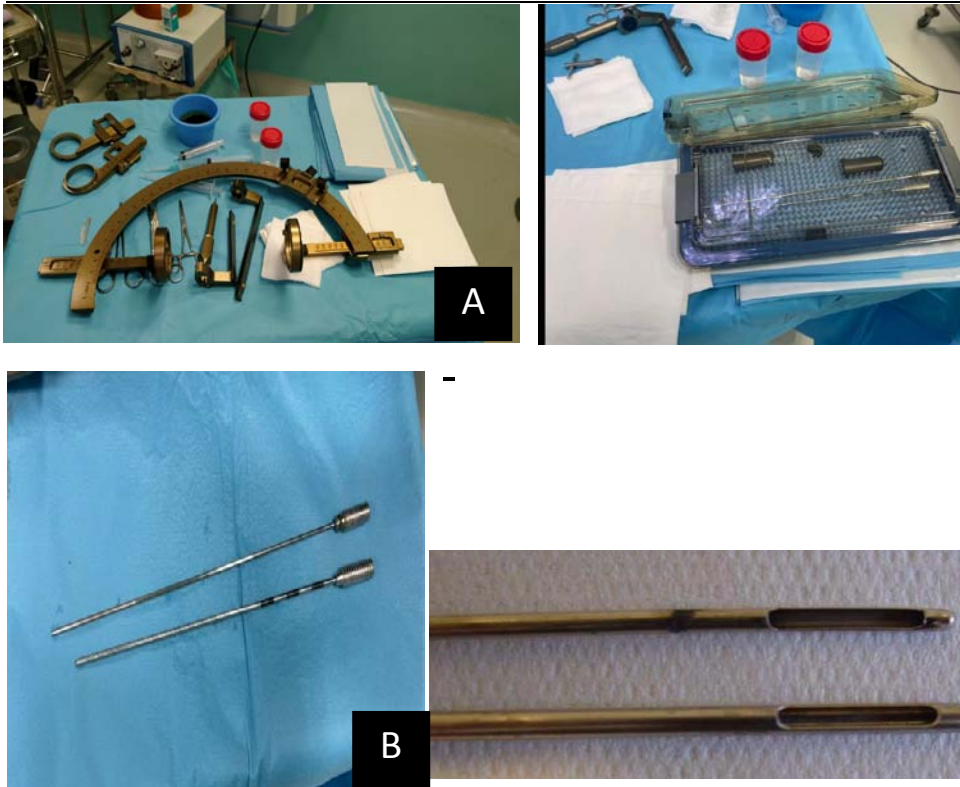
**Figure 50 : Repérage scannographique et acquisition des images**

La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



**Figure 51 : Calculer les coordonnées X, Y, Z déterminant la cible ainsi le trajectoire stéréotaxique**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**



**A** : Arc ou système de guidage

**B** : Trocart aspiratif de Sedan

**Figure 52: le matériel nécessaire pour la BST**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

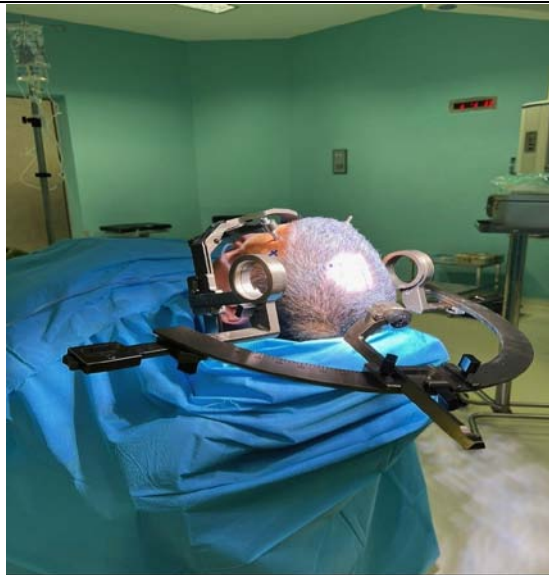
---



**Figure 53 : Contention du patient par l'anneau fixé au bras de MAYFIELD**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---



**Figure 54 : Position cible et point d'entrée après pose des champs opératoires**



**Figure 55: Trépanation**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---



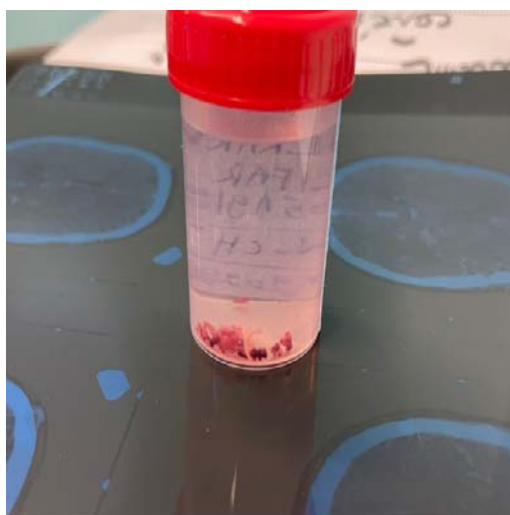
**Figure 56 :Introduction du trocart aspiratif et réalisation de la biopsie**



La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



**Figure 57 : Récupération des carottes**



**Figure 58 : Fixation au Formol**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---



**Figure 59 : Fermeture du plan cutané juste après retraitement du cadre**



La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Patient N°1 :

- TDM cérébrale :

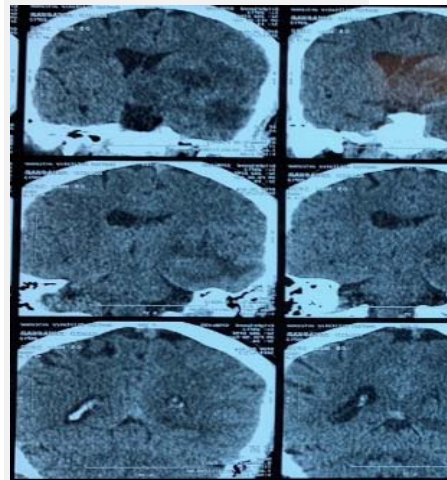


Figure 60 :Processus fronto-temporo-thalamique droit hétérogène entourée d'un oedème en doigt de gants avec déviation de la ligne médiane .

- IRM cérébrale :

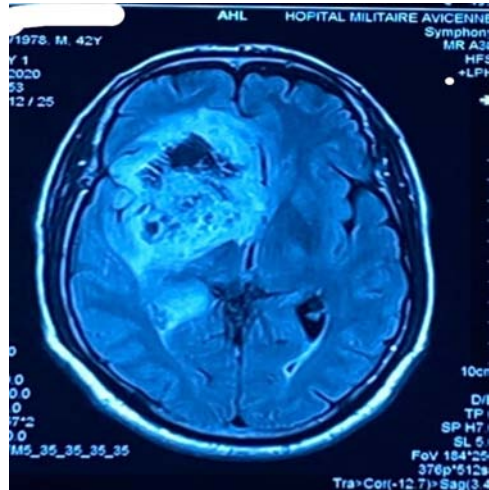


Figure61 : processus tumoral fronto-temporo-thalamique à droite hétérogène et oedémotogène exerçant un effet de masse sur les structures médianes( séquence Flair) .



Figure 62: scanner de repérage cadre en place , cible de biopsie choisie en dans une zone de prise de contraste



Figure 63 : TDM de contrôle rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .

La Biopsie stéréotaxique

enne de Marrakech

Patient n°2:

- TDM cérébrale



Figure 64 : Processus de la région pinéale avec début d'hydrocéphalie  
IRM cérébrale

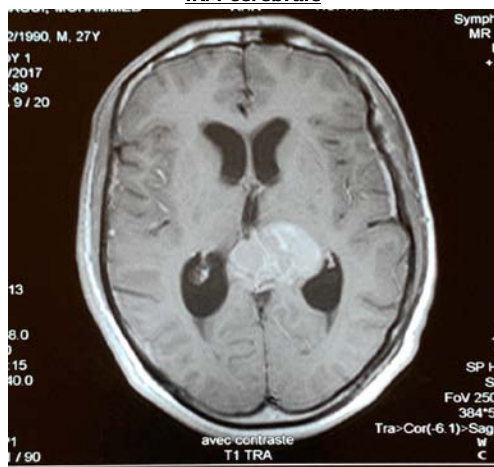
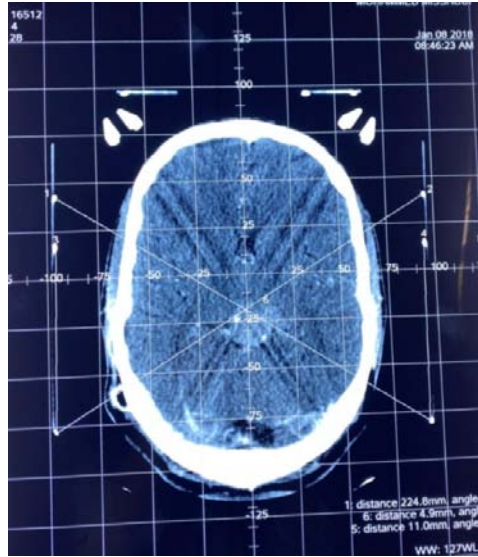
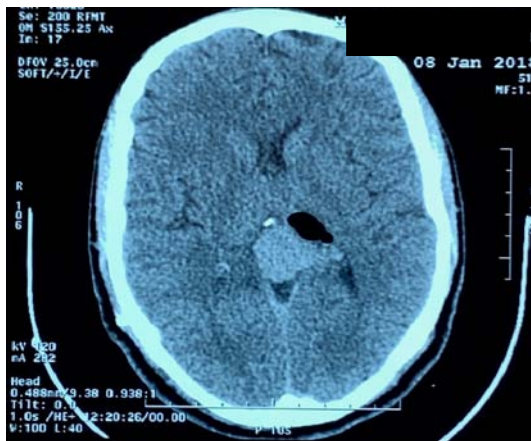


Figure 65: Processus tumoral au dépend de la glande pinéale hétérogène et se rehausse après injection de gadolinium.

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**



**Figure 66: scanner de repérage cadre en place , cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste**

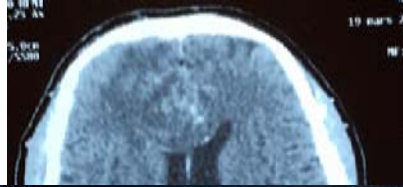


**Figure 67: TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie , rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

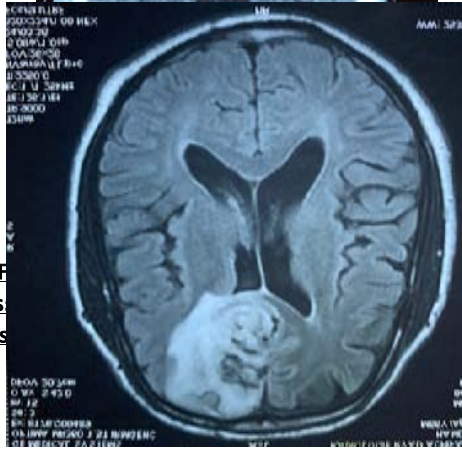
**Patient n°3 :**

- TDM cérébrale



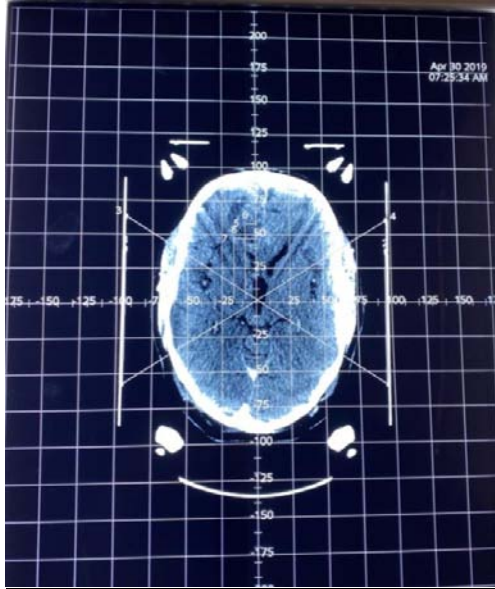
**Figure 68: Processus Frontal hétérogène droit infiltrant à limites floues, avec un aspect de doigt de gant, se rehausse en TDM, exerçant un effet de masse sur le ventricule latéral .**

- IRM cérébrale

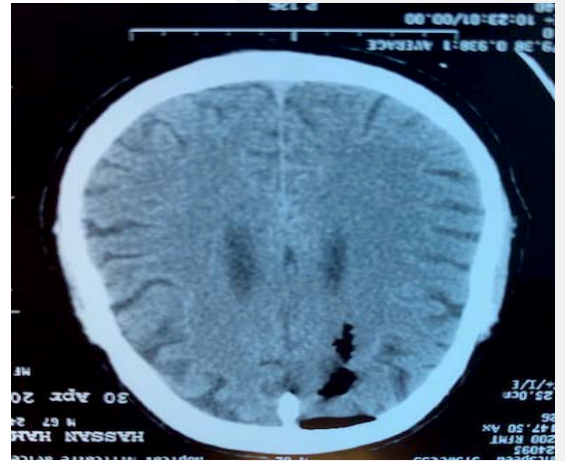


**Figure69 : Processus Frontal hétérogène droit infiltrant à limites floues, avec un aspect de nécrose tumorale centrale ( séquence Flair).**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**



**Figure70 : Scanner de repérage de la cible**



**Figure71 : TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie , rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .**



Patient n°4 :

- TDM cérébrale :



Figure 72: Processus hétérogène pariétal postérieur étendu au splénium du corps calleux

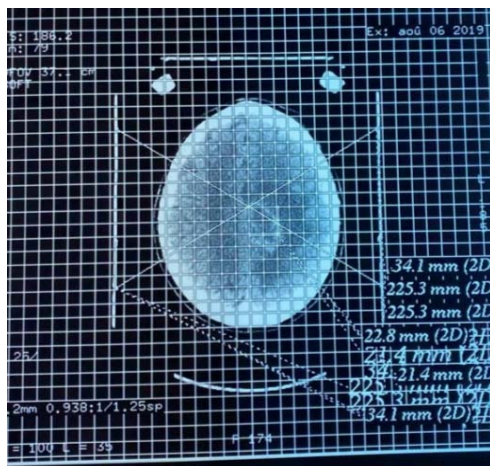


**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

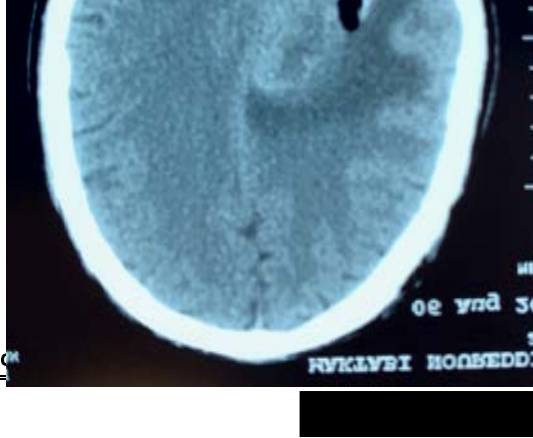
- IRM cérébrale :



**Figure 73 : processus cérébral hétérogène pariétal gauche se comportant en hypersignal flair**



**Figure74 : scanner de repérage cadre en place , cible de biopsie choisie dans une zone de prise de contraste**

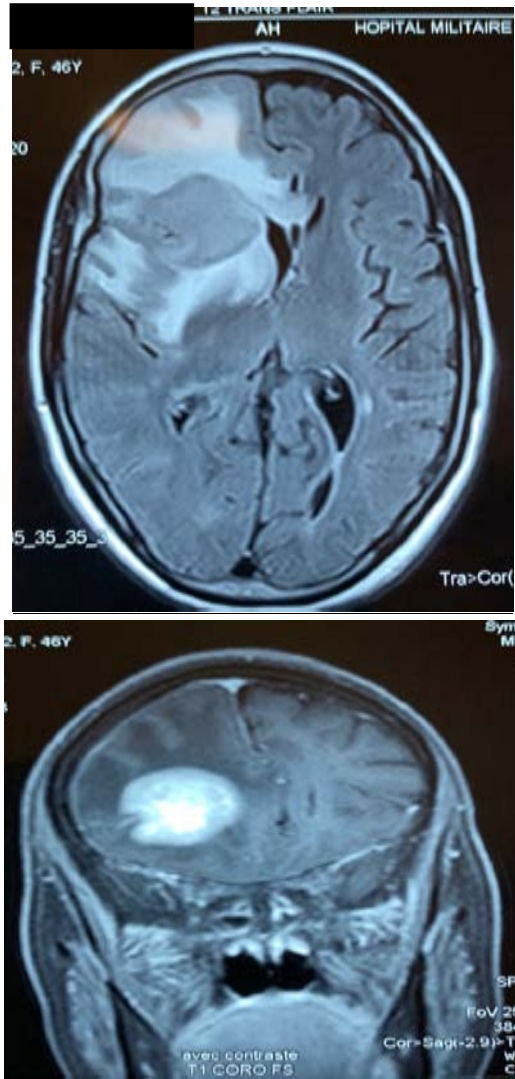


**Figure 75: TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie , rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

**Patient n°5 :**

- IRM cérébrale



**Figure 76: processus cérébral fronto – thalamique à droite de 3cm avec œdème péri lésionnel avec effet de masse sur la ligne médiane (séquence Flair).**

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

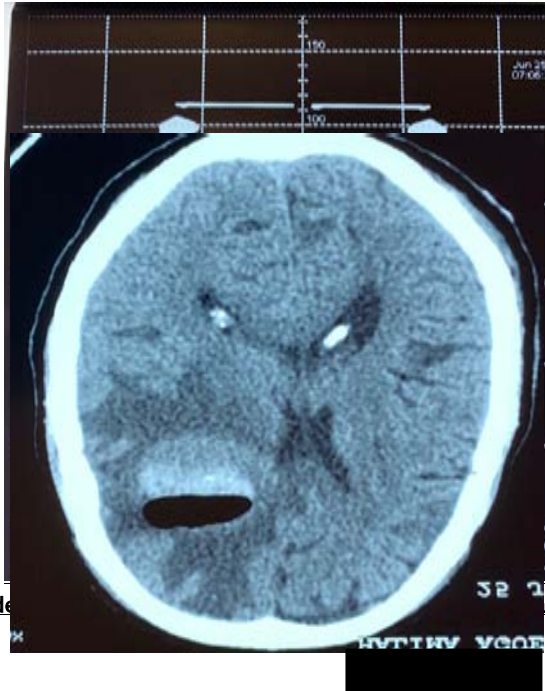
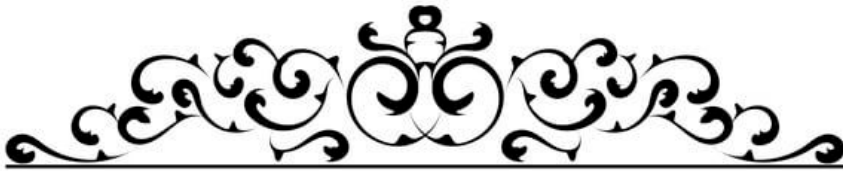


Figure77 : scanner de [ ] ns une zone de prise

Figure78 : TDM de contrôle avec présence d'une pneumocéphalie au niveau du site de la biopsie , rassurant vis-à-vis de la cible cérébrale choisie .



## **I. PRINCIPES DE BASE DE LA STEREOTAXIE :**

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

### **1. CONDITIONS STEREOTAXIQUES :**

Pour la réalisation d'une biopsie stéréotaxique, trois éléments clés doivent être en place :

- le cadre stéréotaxique qui est l'élément de base, une fois solidaire du crâne, il va permettre de déterminer les coordonnées de la cible à atteindre.
- Un arc ajustable est fixé sur le cadre de Leksell afin de placer le point centre sur le point cible.
- un biopseur ou une sonde de prélèvement qui peut être introduire vers la cible .

l'appareillage stéréotaxique idéal doit répondre aux critères suivants [37] :

- Être fixé solidement au crâne (contention rigide).
- Être confortable pour le patient éveillé dans la mesure du possible.
- Il doit offrir une liberté dans le choix de la situation du trou de trépan.
- Permettre la mobilisation du biopseur dans les trois plans de
- l'espace, avec une double inclinaison préméditée,
- Permettre l'atteinte du site de la biopsie avec une grande précision.
- Il doit permettre un grand degré de liberté : il doit être possible de le réajuster rapidement dans les trois plans de l'espace.
- La marge d'erreur ne doit pas dépasser 2 mm.

### **2. DEFINITION DE LA CIBLE :**

L'identification de la cible repose dans un premier temps, sur des preuves radiologiques. Le développement des techniques modernes d'imagerie (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 [38]

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

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

#### **3. Atteinte de la Cible :**

La réexplication du geste au patient ( les modalités , la pénibilité, la durée et les complications de la procédure ) .

Ensuite l'opérateur se prépare comme pour une intervention chirurgicale sur le plan de l'asepsie: lavage des mains, port de gants stériles .

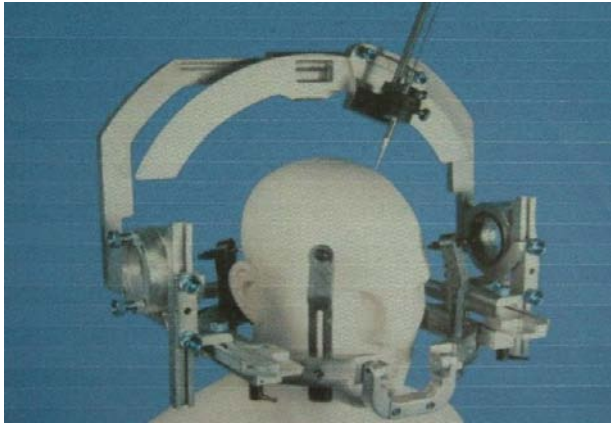
L'atteinte de la cible nécessite certaines étapes essentielles : [39]

- Fixation du cadre .
- Repérage radiologique par TDM ou IRM de la cible dans les trois plans.
- Calcul des coordonnées de la cible (x, y , z )
- Amener l'instrument à l'aide de l'appareillage-guide (arc) au niveau de la cible grâce à un petit orifice fraisé dans la voûte.
- Réalisation de la biopsie .

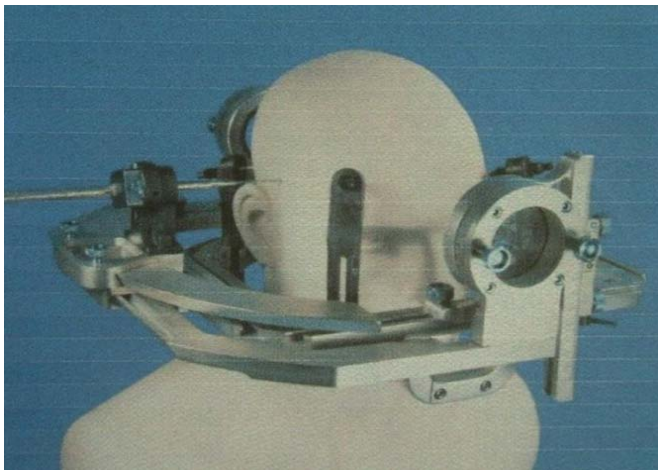
Différentes voies sont utilisées pour aborder la cible

La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- la voie Coronale ( Figure 79).



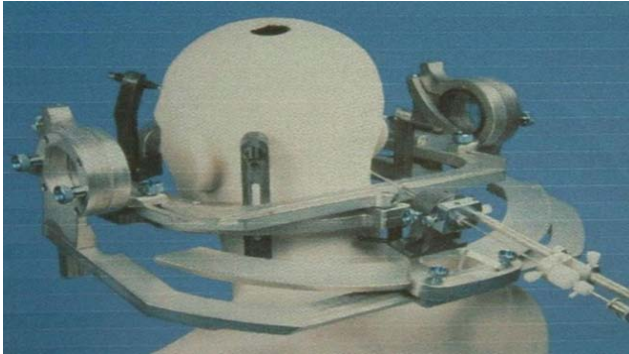
- La voie latérale ( Figure 80).



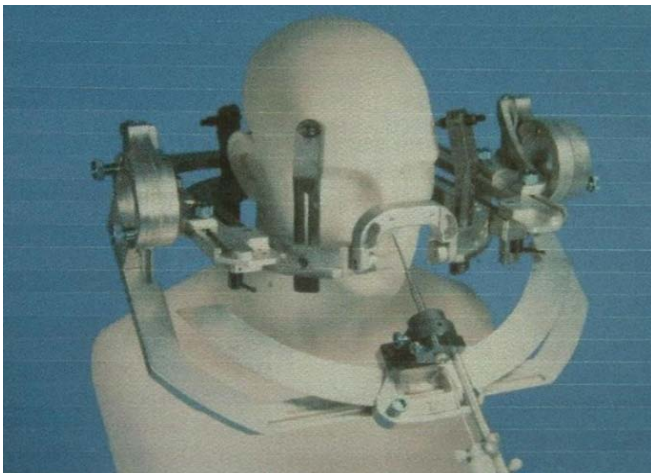


La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

- La voie occipitale ( Figure 81).



- La voie transphénoïdale ( Figure 82 )



#### **4. Technique de biopsie stéréotaxique :**

##### **4-1 Fixation du cadre stéréotaxique ( Fig 48) :**

La technique BST est généralement réalisée sous anesthésie locale( patients de plus de 60 ans ou présentant un risque anesthésique ), mais elle peut également être réalisée sous anesthésie

générale( enfant ,profil psychologique particulier ).

Le patient est en décubitus dorsal ou assise dans la majorité des cas, Puis le cadre sera fixé par l'intermédiaire de quatre pointes qui s'appuient à travers la peau , sur la table externe de la voute du crâne .

##### **4-2 Acquisitions des images TDM ou IRM avec cadre en place ( Fig 49,50)**

Une fois le cadre en place, le casque en plexiglas sera fixé sur ce dernier. L'ensemble sera emboîté sur l'adaptateur au scanner TDM ou à l'IRM.

##### **4-3 Trajet stéréotaxique :**

Dans la plupart des cas, la trajectoire de la biopsie est assez simple à choisir avec les cadres stéréotaxiques actuels. Ces systèmes utilisant pour la plupart le principe de l'arc .permettent de choisir librement le point d'entrée cortical. Ainsi, il est facile d'éviter les zones fonctionnelles et les vaisseaux de la surface corticale.

- a) Lorsqu'il s'agit d'effectuer 2 prélèvements de siège bien déterminé au sein d'une même lésion. Il est alors nécessaire de calculer la trajectoire passant par ces 2 points consécutivement, ce qui permet d'éviter d'envisager 2 trajectoires différentes. Le calcul de la trajectoire peut s'effectuer de façon manuelle par un calcul d'angle, ou en utilisant des programmes informatiques spécifiquement conçus [40].

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

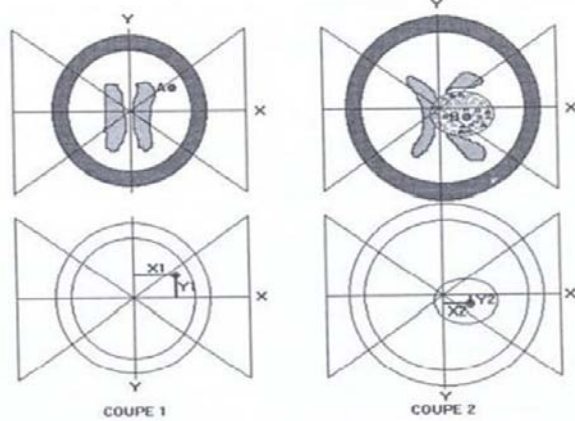


Figure 83: Détermination d'une trajectoire en double obliquité. Dans cet exemple, il a été choisi de réaliser la biopsie au niveau du point B (coupe 2) et de passer en A au niveau de la coupe 1, afin d'éviter de traverser le ventricule (image supérieure). Les coordonnées du point A (X1 et Y1) et du point B (X2 et Y2) par rapport au centre géométrique du cadre sont représentées sur les images inférieures

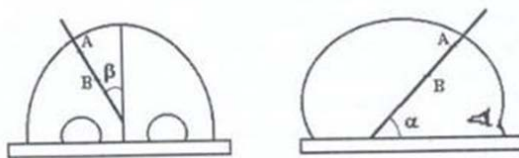


Figure 84: représentation de la trajectoire (sur une incidence de face et de profil)

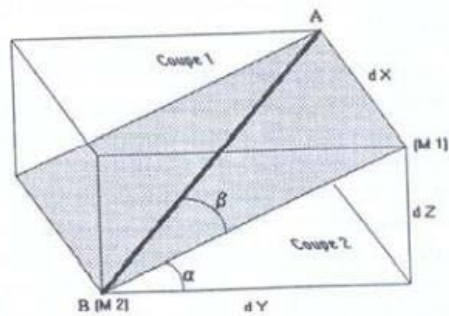


Figure 85: calcul de l'angulation de la trajectoire

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

b) Lorsqu'il est impératif d'éviter en profondeur de structures vasculaires importantes telles que les vaisseaux du polygone de Willis, les artères insulaires ou la veine cérébrale interne. La technique la plus sûre nous paraît d'utiliser une artériographie stéréotaxique per-opératoire. La trajectoire est alors calculée pour atteindre la cible choisie au scanner et éviter ces structures vasculaires. . Les tumeurs temporales internes, insulaires ou pinéales peuvent être abordées par une voie orthogonale latérale selon la technique préconisée par Talairach et Szikla [41, 42, 43,44].

### 4-4 calcul des coordonnées (Fig 51)

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

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

Ces coordonnées diffèrent selon la conception du cadre, sont calculées selon les formules suivantes :

- **Pour un cadre type LEKSELL**

$$X = 100 + ou - x$$

$$Y = 100 + ou - y$$

$$Z = (Z1 + Z2)/2 + 40$$

$$Z = \text{Coordonnée en hauteur}$$

$$100 \text{ et } 40 = \text{constante du cadre type LEKSELL}$$

### 4-5 TREPANATION ( Fig 55)

Après avoir choisi l'outil pour la réalisation de la biopsie, la voie d'abord dépendra du site de la lésion à biopsier. La voie coronale est la plus utilisée. Les voies occipitales, latérale et transphénoïdale peuvent également être utilisées [45].

Le neurochirurgien réalise une incision punctiforme du Scalp par un trocart à incision puis une trépanation est alors réalisée au moyen d'une perceuse électrique.

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

### **4-6 INTRODUCTION DE L'OUTIL (Fig 56):**

Après ouverture de la dure-mère, le biopseur sera introduit de façon atraumatique et doucement 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.

### **4-7 PRELEVEMENT (Fig 57, 58) :**

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». Les prélèvements peuvent être étagés le long de la trajectoire en laissant un intervalle de 2mm entre chaque site de biopsie. Cette technique de biopsie étagée est plus dangereuse si la forme de la lésion est très irrégulière, le risque de faire porter un prélèvement au niveau de la limite externe de la lésion, au voisinage des vaisseaux « bordants ». Il est dans ce cas recommandé par certains auteurs d'effectuer une artériographie stéréotaxique [41].

L'examen histologique extemporané est réalisé systématiquement pour certains auteurs (BENABID [45], APUZZO [46]), pour d'autres, il est réalisé uniquement dans certains cas précis (risque de biopsie « blanche » en cas de petite tumeur par exemple), un second fragment est prélevé pour l'examen histologique définitif.

### **4-8 RETRAIT DE L'OUTIL ET DU CADRE STEREOTAXIQUE (Fig 59):**

A la fin du Geste , 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.

## **II. MATERIEL DE LA BIOPSIE STEREOTAXIQUE :**

### **1. les Cadres stéréotaxiques**

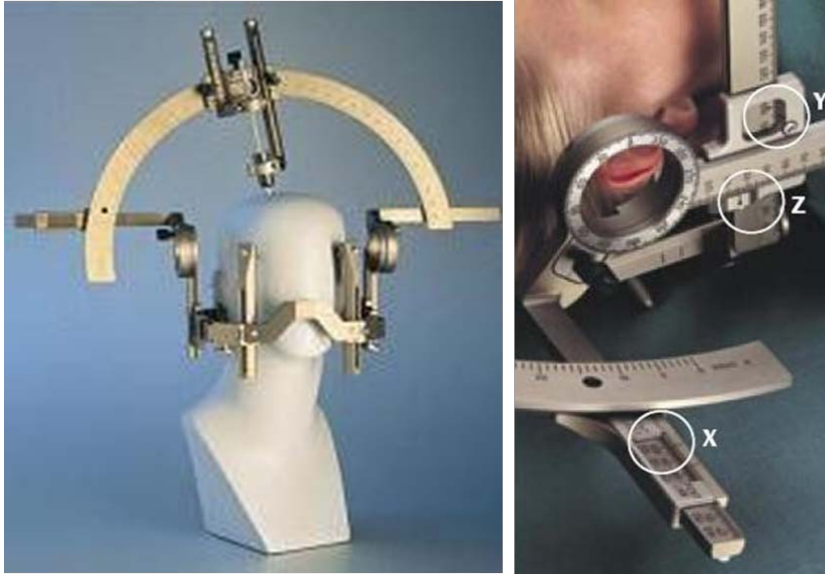
Il existe de nombreux instruments stéréotaxiques. Chaque système a ses propres caractéristiques spécifiques qui conviennent le mieux à des applications chirurgicales spécifiques.

Nous citons ici les principaux cadres adaptés à la TDM et à l'IRM

#### **1.1 Systeme de Leksell: (Leksell modele G 1980) Fig 47 :**

C'est un casque 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. [47]

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.

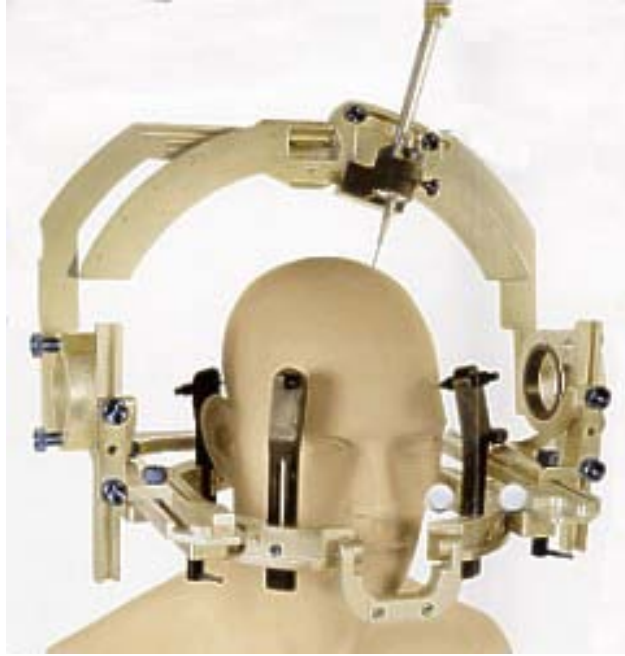


**Figure 86: Cadre stéréotaxique de Leksell**

**1.2 Système de Brown –Roberts-Wells (BRW): (BRW 1981)**

Ce système a été imaginé par BROWN .Il s'agit d'un système stéréotaxique spécialement créé pour utiliser les données tridimensionnelles fournies par le scanner, afin de préciser le système de TODDWELLS, dont il est dérivé, un anneau de tête, fixé au crâne par 4 broches. La grande différence du système BRW avec les autres cadres classiques est que toutes les coordonnées sont rapportées à un repère fixe de cet anneau. Il n'est plus besoin d'avoir une relation fixe entre le cadre et le scanner (comme par exemple avec le cadre de LEKSELL) car même les équations du plan de coupe du scanner vont être déterminées dans le repère de l'anneau. L'avantage méthodologique s'associe bien sûr à une abondance de calculs nécessitant l'emploi d'un calculateur.

La précision de ces cadres permet d'effectuer des biopsies avec une bonne fiabilité. Le cadre Radionics®(BRW) est un cadre non ferromagnétique plus sophistiqué, mais il offre l'avantage d'être utilisable pour la chirurgie fonctionnelle (traitement chirurgical de la maladie de Parkinson) [48,49].



**Figure 87: cadre RADIONICS**

**1.3 Système Talairach[37].**

C'est une installation imposante avec un casque fixé sur la table opératoire. Le repérage se fait après angiographie. Ce système a prouvé son efficacité dans l'exploration de l'épilepsie et la recherche clinique (SEEG). Actuellement tombé en désuétude du fait de son coût, de la longueur des interventions et de l'invasivité du geste.

**1.4 Le Système Todd-Wells[37].**

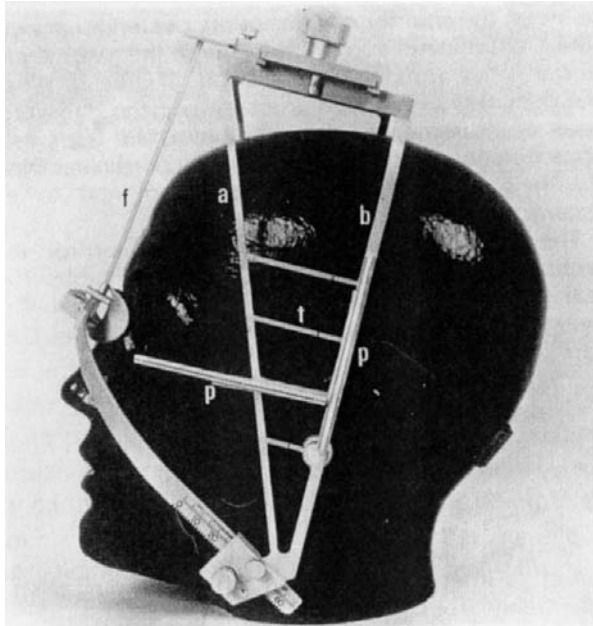
Ce casque permet par simple translation selon les axes X, Y et Z de mettre la cible exactement au centre du casque. Aucun calcul n'est nécessaire ni équipement radiologique spécial. Il est pourvu d'un grand nombre d'accessoires selon les besoins.



## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### 1.5 Cadre de Laitinen : 1987

Il s'agit d'un cadre léger, qui peut être fixé de façon non sanglante et facilement repositionné[50,51]. La précision du système paraît un peu moins grande que celle des « cadres classiques », mais elle apparaît suffisante pour permettre la biopsie de lésions dont le diamètre est supérieur à 3cm [52]. Ce cadre apparaît être bien adapté dans la réalisation de gestes stéréotaxiques, et notamment des biopsies, directement sur la table du scanner. Ce système facile à mettre en œuvre, est apparu également très utile dans les cas où une biopsie en urgence est indiquée (doute diagnostique entre un abcès et une tumeur par exemple) [52, 53].



**Figure 88: Disposition du casque de Laitinen**

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

### **1.6 Systeme de Reichert : (Ostertag 1988)**

C'est un appareillage à arc, constitué d'une stative circulaire supportant un arc de cercle orientable, sur lequel coulisse le porte-guide, qui permettra au biopseur d'atteindre la cible déjà définie [54,55].

### **1.7 Cadre stéréotaxique Zamorano et Duchovny ZD**

Le cadre inomed® d'après Zamorano et Duchovny est un système modulable pour la neurochirurgie. Depuis son lancement sur le marché en 1989, le système ZD a fait ses preuves dans de nombreux centres neurochirurgicaux du monde entier et continu d'être perfectionné. Ce cadre est celui utilisé dans notre service depuis 2012.

Le système ZD est compatible avec toutes les procédures d'imagerie. Son cercle non métallique garantit des images CT et d'IRM sans artefacts et laisse également passer les rayons X. La structure du système permet d'apprendre rapidement et facilement une diversité de mesures diagnostiques et thérapeutiques en stéréotaxie et neurochirurgie et de les effectuer de façon fiable et précise [56].

### **1.8 Système de Anke**

Le système stéréotaxique cérébral haute précision ASA-602 S, est développé et fabriqué par Shenzhen Anke High-tech Co.Ltd. Il est applicable aux opérations intracrâniennes suivantes : drainage d'hématome cérébral et abcès ; contrôle de la viabilité du tissu cérébral ; cartographie des petites tumeurs cérébrales ; destruction du noyau cérébral profond ; rayonnement isotopique intra-tumorale et traitement chimique ; élimination du corps étranger du cerveau ; foyer d'épilepsie et voie de destruction stéréotaxique ; coopération et induction d'un rayonnement d'accélérateur linéaire à centre égal. Ce système est composé d'un hôte principal, d'instruments de soutien et d'équipement de soutien [57].

## **2. TROCARTS DE BIOPSIE:**

Le trocart de biopsie le plus utilisé est le trocart aspiratif de Sedan Valicionni, inventé par le professeur Sedan et l'ingénieur Valicionni à Marseille. Ce trocart a été vulgarisé dans le monde par Nashold et de ce fait il n'est plus connu sous le nom de Sedan, permettant de réaliser des prélèvements cylindriques de 1,5 mm de diamètre et de 5 à 10 mm de long .Le

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

volume de la lésion et ses rapports avoisinants conditionneront le nombre de prélèvements [58]. La quantité de tissu ainsi prélevé est habituellement suffisante pour établir un diagnostic histologique. difficiles à interpréter.

### **III. INDICATIONS D'UNE EXPLORATION STEREOTAXIQUE :**

Les indications de la biopsie stéréotaxique sont relativement larges. Son principal intérêt est d'obtenir un diagnostic histologique lorsqu'un abord chirurgical classique a été jugé impossible à cause du malade ou à l'affection suspectée.

Une biopsie stéréotaxique peut être indiquée même devant un aspect évident de tumeur maligne chez un sujet âgé afin de ne pas méconnaître certaines lésions infectieuses chroniques (abcès décapités par les antibiotiques notamment). Il faut néanmoins être prudent dans les indications lorsque le contexte clinique est atypique, comme par exemple dans le cas d'hématome intracérébral à présentation pseudo-tumorale ; la répétition des examens scannographiques permet habituellement de redresser le diagnostic sans biopsie [59]. Il est également important de peser les indications en fonction de la difficulté technique de la biopsie, et des possibilités matérielles dont on peut disposer. Il paraît ainsi difficile d'effectuer en toute sécurité une biopsie d'une tumeur de la région pinéale sans angio IRM préalables et sans la réalisation de cette biopsie en conditions IRM.

Concernant les tumeurs de localisation profonde (thalamus, mésencéphale, tronc cérébral) ou dans des régions dangereuses, de nombreuses publications ont démontré les difficultés d'établir avec certitude un diagnostic histologique sur les seules données de l'IRM, notamment à propos des tumeurs développées aux dépens de la partie postérieure du troisième ventricule, et de la région épiphysaire. Des exceptions sont parfaitement bien identifiées (kystes colloïdes du fait de ses caractéristiques sémiologiques et surtout de son développement très caractéristique à la partie antérieure et supérieure du troisième ventricule. (Tératomes ou cavernomes en raison d'une imagerie spécifique). En dehors de ces exceptions, toute proposition diagnostique effectuée sur les données actuelles de la Neuroradiologie, n'est en fait qu'une simple présomption, basée sur un faisceau d'arguments [60, 61, 62].

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

Dans d'autres cas, aucune intervention chirurgicale n'est nécessaire. alors que les biopsies stéréotaxiques permettent d'apprendre qu'il s'agit d'une lésion réputée très radiosensible et/ou chimio-sensible (tumeurs germinales de la région pinéale par exemple) [63]

#### **❖ La BST dans un but diagnostic :**

Plusieurs éventualités peuvent se présenter au décours du geste stéréotaxique.

Dans certains cas, les biopsies permettent d'aboutir à un diagnostic très spécifique ce qui permet de proposer au patient une prise en charge thérapeutique adaptée, tout en lui donnant également quelques orientations pronostiques.

ainsi, il est évident qu'un diagnostic de germinome, développé aux dépens de la région pinéale ou plus rarement au niveau du récessus infundibulaire, oriente immédiatement le traitement vers un protocole de chimiothérapie et de radiothérapie à champ limité, lorsqu'un essaimage tumoral dans le LCR ou tout le long de l'axe spinal, ait été formellement éliminé [64,65].

il en est de même à propos des lymphomes malins non hodgkiniens : ce diagnostic implique immédiatement un protocole thérapeutique spécifique, faisant appel, selon l'âge du patient, à une radiothérapie et à une chimiothérapie antimitotique par voie générale et parfois par voie intraventriculaire [64].

de même, un diagnostic de métastase, surtout si le diagnostic primitif n'est pas reconnu, et déclenche immédiatement des procédures thérapeutiques spécifiques en fonction de la nature de la lésion initiale. Sur un plan strictement neurochirurgical, l'on peut discuter entre un abord direct et une radiochirurgie stéréotaxique, d'autant que la lésion est habituellement de petit volume et parfaitement bien délimitée. En ce qui concerne les lésions gliales, il convient de souligner la fréquence des lésions de bas grade et en particulier des astrocytomes pilocytiques, notamment chez des sujets jeunes. Cette confirmation diagnostique est bien souvent rassurante car ces lésions astrocytaires, très largement vascularisées, prennent très nettement le contraste après injection de gadolinium sur l'IRM, peuvent parfois avoir une composante centro-nécrotique, tout en n'omettant pas la fréquence des tumeurs mixtes, à la fois

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

kystiques et charnues, l'ensemble adoptant bien souvent, lors de l'étape purement diagnostique, un profil le plus souvent péjoratif.

L'obtention d'un tel diagnostic par les biopsies stéréotaxiques est souvent synonyme d'une modification significative de la prise en charge thérapeutique et des orientations pronostiques. Le caractère compact et bénin de ces lésions permet le plus souvent, notamment chez le sujet jeune, d'envisager une exérèse chirurgicale satisfaisante, évitant ainsi le recours à une radiothérapie externe, même à champ limité, qui n'est pas dénuée de risques, tant sur le plan neuroendocrinien que neuro-cognitif. Bien entendu, ces lésions astrocytaires parfaitement bien délimitées sont également réputées très radio-sensibles. Mais il paraît préférable d'envisager, dans la mesure du possible, une exérèse radicale pouvant être guidée par les données du repérage stéréotaxique, tout en sachant que, si, à distance, les bilans anatomiques objectivent un petit reliquat lésionnel, un traitement radio-chirurgical pourrait éventuellement être proposé de même qu'une radiothérapie interstitielle [65,66].

#### **❖ la BST dans un but thérapeutique**

L'approche stéréotaxique n'est pas seulement diagnostique, mais thérapeutique :

Évacuation d'un kyste en associant éventuellement les techniques endoscopiques en cas de lésion intraventriculaire, évacuation d'un hématome spontané intraparenchymateux, mise en place d'un cathéter au sein d'une cavité kystique, relié à un site d'accès placé sous le cuir chevelu, permettant ainsi le recours à une irradiation endocavitaire en utilisant notamment une solution colloïdale de Rhénium 186 (craniopharyngiome kystique, astrocytome essentiellement kystique...). Dans certaines équipes, le traitement de tumeurs de petit volume pourra faire appel à l'irradiation interstitielle effectuée selon une technique stéréotaxique (implantation d'iridium 192 ou d'iode 125) .

La simple identification d'une nature histologique facilite la définition d'un plan de traitement. Mais en pratique courante, la stéréotaxie peut aussi être associée à un geste thérapeutique dans différentes situations. L'évacuation stéréotaxique du contenu d'un kyste profond est une éventualité relativement fréquente, apparemment élégante, qu'il s'agisse des kystes col-

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

loïdes, des kystes de craniopharyngiomes essentiellement intraventriculaires, ou encore de certains kystes développés aux dépens de tumeurs bénignes (astrocytomes pilocytiques, gangliogliomes...) [68].

Concernant les kystes colloïdes, la stéréotaxie a été très clairement préconisée comme une alternative à un abord chirurgical classique, notamment par Backlund, Musolino, Kondziolka, Bosch et Rivas [69, 70, 71, 72,73]. En effet, cette lésion bénigne, arrondie, de petit volume, développée à la partie antérieure et supérieure du 3e ventricule, peut constituer une cible stéréotaxique idéale, d'autant que son contenu peut être aspiré en partie ou en totalité, libérant ainsi les trous de Monro.

## **IV. DIFFERENTS CHAMPS D'APPLICATION DE LA STEREOTAXIE :**

Le champ d'action de la stéréotaxie s'est élargi au fil du temps : actuellement, on peut essentiellement distinguer la stéréotaxie tumorale, la stéréotaxie fonctionnelle et la radiochirurgie stéréotaxique. En fonction du champ d'applications et des habitudes locales.

### **1. Stéréotaxie Tumorale :**

Cette procédure est indiquée dans les cas suivants :

- Lésions dont l'exérèse chirurgicale est discutable, la prévision de la nature et des limites de la tumeur pouvant aider à définir l'indication opératoire, il s'agit par exemple de grosses lésions infiltrantes sans effet de masse.
- Lésions inabordables par voie classique sans risque majeur, concernant essentiellement les lésions profondes.
- Lésions de nature mal définie, qui posent problème d'un traitement neurochirurgical ou radiothérapique, il s'agit principalement de lésions de la ligne médiane et singulièrement de la région pinéale.[39,75]

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

- Lésions pouvant éventuellement bénéficier, sur le plan thématique, de geste stéréotaxique, il s'agit essentiellement de lésions tumorales kystiques.

### **2. Stéréotaxie fonctionnelle [37]**

À partir d'une bonne connaissance de l'organisation des circuits neuronaux replacés dans l'espace stéréotaxique, il est possible de modifier une fonction cérébrale dès lors que tous les traitements médicamenteux s'avèrent inefficaces, insuffisants ou responsables d'effets secondaires indésirables. La stéréotaxie fonctionnelle se caractérise par une évolution étonnante de son recrutement au cours des âges en fonction du degré d'efficacité du traitement médicamenteux mais également en fonction d'une meilleure connaissance des microstructures anatomiques, d'une amélioration des méthodes de repérage stéréotaxique faisant notamment appel aux techniques informatisées mais également aux progrès de la biotechnologie médicale permettant d'abandonner les techniques lésionnelles au profit des méthodes de neuromodulation.

#### **2-1 Les mouvements anormaux de la maladie de Parkinson :**

La stimulation électrique préopératoire a été considérée comme essentielle lors de la définition de la cible, ainsi il a été démontré qu'une stimulation électrique à basse fréquence effectuée au sein du noyau ventrolatéral du thalamus peut accentuer voire même évoquer un tremblement ou d'autres mouvements involontaires controlatéraux, tandis qu'une stimulation à haute fréquence effectuée au sein d'une cible parfaitement repérée, provoque un arrêt complet et immédiat du tremblement que l'on peut d'ailleurs authentifier par enregistrement accélérométrique effectué au cours d'intervention. [37]

#### **2-2 La douleur Chronique**

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

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

douleurs persistantes [39,72]. Prenant l'exemple de la Tractotomie pédonculaire stéréotaxique. Elle consiste en une destruction du faisceau quintospino-thalamique, repéré selon des données statistiques extrêmement précises ; ce traitement garde tout son intérêt en cas de douleurs néoplasiques sévères, strictement unilatérales, notamment consécutives à certains cancers de la sphère ORL ou stomatologique ou encore dans un contexte de syndrome de Pancoast-Tobias. Sous couvert d'un repérage minutieux, l'effet antalgique est immédiat et définitif ; il permet le plus souvent de réduire, voire d'arrêter tous les traitements morphiniques. Après pose du référentiel sous anesthésie générale, le reste de l'intervention est effectué chez un patient conscient de telle sorte qu'une stimulation préalable, effectuée au niveau de la cible, permet de provoquer des paresthésies ou des dysesthésies dans le territoire habituel des douleurs. [74]

### **3. La radiochirurgie stéréotaxique**

Elle représente une évolution majeure de la technique stéréotaxique, de plus en plus utilisée durant ces dernières années dans un objectif thérapeutique. Elle se caractérise par l'association d'une méthodologie stéréotaxique rigoureuse et d'une technique d'irradiation externe [75] : cette dernière peut être soit un accélérateur linéaire de particules [76,77] muni de collimateurs additionnels permettant de focaliser le traitement en fonction du volume de la lésion cérébrale, soit un Leksell Gamma Knife [78], muni de 201 sources de Cobalt 60, appareil conçu pour la stéréotaxie et se caractérisant notamment par l'absence de toutes structures mobiles, souvent synonymes d'imprécision potentielle lors de la définition des cibles et de la réalisation des traitements. Un autre avantage de cette méthode est la notion d'unité de lieu, de temps et d'action lors de la démarche thérapeutique, permettant ainsi non seulement le respect d'une certaine rigueur méthodologique mais également la réalisation de traitements en toute sécurité, voire de manière ambulatoire.

La radiochirurgie stéréotaxique fête, cette année, ses 50 ans d'existence : ses indications se sont considérablement élargies d'autant que, par ailleurs, l'imagerie médicale actuelle permet une définition extrêmement précise des lésions. Dans certains cas, il s'agit



### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

désormais d'une véritable alternative à la chirurgie d'exérèse (malformations artérioveineuses cérébrales, neurinomes de l'acoustique) mais bien entendu, chaque indication doit être posée dans un contexte réellement pluridisciplinaire en tenant compte de toutes les caractéristiques du patient et de la lésion [79–80].

#### **4. Photochimiothérapie :**

Elle consiste sur la captation relativement sélective d'un agent photosensible par les tissus cancéreux, 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 [39,72].

#### **5. Épilepsies pharmacorésistantes :**

La chirurgie des épilepsies pharmacorésistantes connaît un regain d'intérêt et, dans certains cas, il s'avère nécessaire d'effectuer au préalable des explorations stéréotaxiques notamment sous la forme d'une stéréo-électro-encéphalographie (SEEG), consistant en l'implantation chronique d'électrodes d'enregistrement et de stimulation selon une approche mûrement réfléchie, en tenant compte des caractéristiques cliniques, anatomiques (descriptive et fonctionnelle) et électrophysiologiques, permettant ainsi de supputer la genèse et le mode de propagation d'une décharge épileptique qu'il convient de confirmer ou d'infirmer [74,81,82]. Ce type d'exploration est effectué dans l'éventualité d'un geste chirurgical, le plus souvent à type de corticectomie dont les limites sont parfaitement bien définies selon une épure résumant parfaitement les caractéristiques anatomiques et fonctionnelles.

Au total, les applications cliniques de la stéréotaxie sont nombreuses et touchent pratiquement tous les aspects de la neurochirurgie générale ou fonctionnelle. Néanmoins, leurs indications ne peuvent se concevoir que dans un contexte réellement pluridisciplinaire en sachant que, dans bien des cas, la stéréotaxie constitue une aide à la neurochirurgie conventionnelle. [74]

## **V. LIMITES DE LA BIOPSIE STEREOTAXIQUE**

La biopsie stéréotaxique a des limites liées soit à l'environnement anatomique, soit aux caractéristiques radiologiques.

Il faut éviter de réaliser une BST dans un contexte d'hypertension intracrânienne sévère, liée à une hydrocéphalie obstructive. En effet, la simple introduction d'un biopseur, dans un tel contexte, peut déstabiliser un équilibre précaire et entraîner une décompensation de l'hypertension intracrânienne, aboutissant à un engagement. 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 intra-lésionnel dont les conséquences peuvent être graves et potentiellement mortelles. [83,84].

## **VI. ETUDES DES PRINCIPALES SERIES DE LA LITTERATURE :**

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

### **1. L'effectif :**

La BST est généralement considérée comme procédure mini-invasive, rapide, efficace et sûre, sa fréquence d'utilisation reste très disparate dans la littérature, ceci est dû à plusieurs facteurs, entre autres la multiplicité des services de neurochirurgie dans une même ville, leurs équipements et leurs expériences.

En ce qui concerne notre formation, depuis 2017 la chirurgie stéréotaxique est de plus en plus pratiquée que ce soit dans un but diagnostique ou thérapeutique.

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Le tableau VI : résumé différentes séries publiées dans la littérature avec le nombre de cas et leur période de recrutement. [41,85,86,87,88,89].

Auteurs	Période	Nombre de cas
MANRIQUE et al (série espagnole)	6ans	200
TORNER et al (série américaine)	13ans	225
AKAY et al (série turque)	5ans	83
19 ALI MESHKINI et al (série iranienne)	18 ans	2081
NAKKABI et al (série marocaine)	11 ans	142
AMADOU et al (série malienne)	2 ans	15
BAALLAL et al (série marocaine)	15ans	288
Notre série	5ans	50

### 2. Age

Dans notre série , la moyenne d'âge est de 52 ans avec des extrêmes variant entre 14 ans et 81 ans .

Tableau VII : Age moyen selon les auteurs

Auteurs	Année d'étude	Nombre de cas	Age extrêmes ( ans)	Age Moyen (ans)
Mehmet Ersham [90]	1995-2010	290	2-82	46.6
Aylin okcu Heper [91]	1995-2003	130	7-82	46
Oudrhiri et al [85]	1995-2008	283	9-48	45.5
Nakkabi [41]	1999-2010	142	11-75	48
Se-yi chen [92]	2006-2010	10	3-86	44.5
Aboutoufail [86]	2011-2012	08	10-75	42.5
Callovini et al [88]	2002-2017	421	5-82	63.5
Mathon [93]	2017-2019	145	18-89	52.4
Amadou [94]	2019-2020	15	28-68	50.7
Barroudi	2019-2021	39	19-81	50.6
Notre série	2017-2021	50	14-81	52

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Ce résultat est concordé à celui de **Aboutoufail et al** et **Amadou et al** , qui avaient retrouvé respectivement une limite d'âge de 10 à 75ans et 28 à 68 ans , et un âge moyen de 42,5 ans et 50 ans .

Cela pourrait être dû à la fréquence des tares et du mauvais état général dans cette tranche d'âge.

### **3. Sexe**

Dans notre série on note une prédominance masculine avec un sexe ratio de 1,6 .élément concordant avec la plupart des études comparatives.

**Tableau VIII : Sex-ratio selon les auteurs**

Auteurs	Nombre de cas	hommes / femmes	Sexe ratio
Sajid nazir bhatti [95]	15	9/6	1,5
Marcelo paglloll [96]	170	102/68	1,5
Mehmet [90]	290	178/112	1,6
Nakkabi [41]	142	105 /37	2,8
Aylin okcu heper [97]	130	85/45	1,8
Aboutoufail [86]	08	5/3	1,6
2Amadou Mousa [94]	15	11/4	2,75
Baallal et al [122]	288	178/110	3
Notre série	50	31 / 19	1,6

Ce résultat pourrait s'expliquer (au moins en partie) par le recrutement de patients de sexe masculin au sein de l'hôpital Militaire.

### **4. Antécédents**

Le diabète était l'antécédent le plus retrouvé soit 34 ,5% , après vient l'hypertension artérielle en seconde position 21%

Ce qui élucide l'ampleur de la stéréotaxie qui est une technique mini-invasive et dont le temps opératoire est court par rapport à la chirurgie à ciel ouvert sous anesthésie générale qui est à risque chez les patients multitarés.

7% des nos patients ont un antécédents de contag tuberculeux , le Maroc étant un pays d'endémie de cette pathologie, la biopsie stéréotaxique revêt une importance capitale dans la

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

différenciation entre tuberculomes et autres processus expansifs intracrâniens, un traitement médical basé sur les antibacillaires évitera au malade une intervention chirurgicale invasive .

### **5. Tableau clinique :**

Dans notre série :

Déficit neurologique était retrouvé chez 31% des patients alors que l'étude BAROUDI était de 51%.

HTIC était retrouvé chez 15,3% de nos patients, qui est non concordante à celui de SOUHAIB qui était de 100% [86].

Les céphalées étaient retrouvées chez 27,5 %de nos malades, alors que dans l'étude de l'OUDRHIRI et al étaient le maitre symptôme 73,5% [85].

Comitialité : elle a été retrouvée chez 6%de nos malades, alors que l'étude de l'OUDRHIRI et al était de 18% [85].

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

### **6. Moyens d'imageries**

#### **• A visée diagnostique :**

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

Chez 86% de nos patients on a eu recours à une IRM cérébrale pour mieux étayer notre diagnostique, les avantages de cette technique ont été largement expliqués précédemment.

#### **• Pour repérage :**

La plupart des centres dans les pays développés utilisent un double guidage pour la TDM et l'IRM, selon les indications, le siège et la morphologie radiologique de la lésion, alors que d'autres auteurs utilisent uniquement le repérage scannographique[85].

Le repérage IRM est particulièrement utile lorsque les limites tumorales sont mal définies en scanographie. La meilleure visualisation des structures anatomiques – notamment vasculaires par rapport au scanner, est également un élément important pour le choix de

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

certaines voies d'abord difficiles. Il ne faut cependant pas sous-estimer les possibilités d'erreurs liées au repérage IRM. L'interprétation des zones réellement tumorales n'est pas encore toujours évidente et les erreurs de mesure liées à la déformation des images par le champ magnétique existent encore .

Dans notre étude, Tous nos patients ont bénéficié d'un repérage scannographique .

#### **• Choix du site de biopsie :**

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

Sur 184 prélèvements biopsiques, GREENE retrouve que les hypodensités centro-tumorales (61 prélèvements) correspondent à du tissu tumoral dans 55,7% des cas et à de la nécrose dans 21,3% des cas ; le diagnostic reste relativement imprécis dans 22,9% des cas.

Lorsque le prélèvement intéresse la prise de contraste périphérique, le prélèvement correspond dans 67,3% des cas à du tissu tumoral et dans 3,9% des cas à de la nécrose ; dans 28,7% des cas le diagnostic peut rester imprécis.

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

Ainsi, en cas de lésion de densité homogène (sans ou après injection de contraste), c'est le centre de la lésion qui constituera habituellement la cible. En cas de lésion à centre hypodense (kystique ou nécrotique), on préférera choisir une cible complémentaire en périphérie de la lésion, au niveau de sa partie charnue prenant le contraste. En cas de lésion

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

très inhomogène, il pourra être nécessaire d'envisager plusieurs sites de biopsie ; ces prélèvements étagés devront également intéresser les zones hypodenses péri lésionnelles.

#### **• 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 iso centrique, permettent de choisir librement le point d'entrée cortical ; ainsi, sans calculs particuliers, il est facile d'éviter les zones fonctionnelles et les vaisseaux de la surface corticale. Il est cependant parfois nécessaire de calculer l'angulation de la trajectoire de façon plus précise :

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

## **7. Le cadre utilisé**

Dans notre série , le cadre utilisé pour nos patients était le LEKSELL

**Tableau IX : Cadres utilisés par certains auteurs**

<b>Auteurs</b>	<b>Nombre de cas</b>	<b>Cadres utilisés</b>
Giorgio M. Callovini [88]	421	Cosman–Roberts–Wells
Mehmet Ersahm [90]	290	LEKSELL ( Electra,Suède)
CHing Chang Chen [98]	291	Cosman Robert Wells
Oudrhiri et al [85]	283	Komai Cosman Robert Wells
Souhaib [86]	08	Zamorano duchovny ZD (inomed)
Mathon [93]	145	LEKSELL FRAME G
AMADOU [94]	15	LEKSELL FRAME G
Notre série	50	LEKSELL

Plusieurs types de cadres stéréotaxiques peuvent être utilisés : cadres de Leksell, de Brown Roberts Well (BRW) ,Komai, ou de Cosman Robert wells (CRW), principalement. Ces systèmes sont très simples et peuvent être utilisés en pratique quotidienne, même dans des centres peu spécialisés. Le cadre de Talairach se prête bien à la réalisation d'artériographies stéréotaxiques, mais son utilisation au scanner est plus compliquée, nécessitant habituellement un cadre complémentaire [37].

## **8. Type d'anesthésie.**

le type d'anesthésie n'a pas une influence significative sur le rendement diagnostique. L'utilisation AG semble être associée à un risque plus élevé des complications Cardio – pulmonaires tandis que AL semble associée à un risque plus élevé de saignement peropératoire. Il n'y a pas de différence significative dans le taux global de complication. [99].

L'anesthésie locale avec sédation selon Danks RA est préférée, sauf pour les enfants et les patients non coopérants[100].

Une équipe propose la pose du cadre de stéréotaxie après la réalisation d'un bloc des nerfs supra-orbitaires et des nerfs grands occipitaux, en alternative à l'infiltration du scalp [101].



### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

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 seule[102].

Les associations dropéridol-fentanyl ou diazépam-fentanyl ont été longtemps utilisées. Elles ont montré une sécurité et une efficacité comparables [103].

Dans notre série nous avons utilisé :

- Lors de la pose du cadre : une anesthésie locale pour 50 patients soit un taux de 100%.
- Lors de la chirurgie stéréotaxique : une anesthésie locale pour 50 patients soit un taux de 100% .

Ce résultat est comparable de celle utilisé par Souhaib et Baroudi , dans lesquelles tous les patients avaient bénéficié lors de la pose du cadre et du geste stéréotaxique d'une anesthésie locale soit un taux de 100% .

### **9. La Biopsie :**

Selon la littérature, il est nécessaire de prélever des carottes de différentes parties de la tumeur afin de fournir un diagnostic plus précis.

Daumas-Duport insiste sur l'intérêt des biopsies étagées qui permettent de préciser la configuration spatiale des tumeurs [66]. Ce principe, que nous avons appliqué dans notre série :

- Type d'échantillonnage utilisé était en : rosette et étagé
- Nombre de carottes varie de 04 à 08

Qui est comparable à ceux des résultats obtenus par Aboutoufayl et al dans son étude avec un nombre de carottes de 04 à 07 et de Baroudi et al avec un nombre de 03 à 07. Cela s'explique par le fait que nous plus de chance d'avoir un diagnostic quand le nombre des carottes est élevé que quand restreint.

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

### 10. Evacuation d'un kyste cérébral :

Dans la série de ABOUTOUFAIL (02 cas) chez les patients avec lésion tumorale kystique, une amélioration neurologique a été observée après aspiration.

Dans notre série l'aspiration est réalisée dans 08 cas avec une amélioration clinique et neurologique. Ce qui rejoint la littérature.

### 11. Imagerie de contrôle :

- Selon Chauvet un scanner cérébral postopératoire est indispensable, afin de s'assurer de l'absence d'hématome ou de la bonne évolution d'un hématome existant [104].
- Selon Philippe Can une TDM cérébrale post-opératoire est réalisée uniquement en cas de traitement anticoagulant ou anti-aggrégant plaquettaire, et en cas d'apparition de sang à travers l'aiguille lors de la procédure ou en cas de doute sur le ciblage de la biopsie [105].

Dans notre série 50 patients avaient réalisé une TDM de contrôle soit un taux de 100%, Objectivant une hypodensité aérique au niveau du site de la biopsie qui est comparable à l'étude de Aboutoufail.

## VII. RESULTATS ANATOMO-PATHOLOGIQUES :

L'une des questions qui ont été relevée lors de notre exploitation était la fiabilité de l'examen anatomo-pathologique extemporané. Pour cela il a fallu comparer tous les résultats en extemporanée à ceux de l'examen anatomopathologique définitif.

Nous avons pu mener cette étude que pour 30 patients vu parfois la non disponibilité de l'examen extemporané.

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

**Tableau X : les résultats de l'examen anatomopathologique des biopsies stéréotaxiques dans notre série .**

Diagnostic à l'étude anatomopathologique extemporané et définitif	Nombre de cas	Pourcentage
Diagnostiques identiques	17 cas	34%
Diagnostic différents	13 cas	26%
Examen extemporané non fait	20 cas	40%

EL KHAMLIHI et al. dans une série de 40 patients qui ont bénéficié d'une biopsie stéréotaxique, les résultats de l'examen anatomopathologique étaient comme suit

**Tableau XI : les résultats de l'examen anatomopathologique d'une biopsie stéréotaxique dans l'étude de EL KHAMLIHI et al**

Diagnostic à l'étude anatomopathologique extemporané et définitif	Nombre de cas	Pourcentage
Diagnostiques identiques	33 cas	82.5%
Diagnostiques différents	6 cas	15%
Examen extemporané non fait	1 cas	2.5%

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

En parlant du résultat anatomopathologique définitif, tous les auteurs font état d'une prédominance nette des tumeurs gliales, qui représentent plus de 50% des biopsies pratiquées, suivies des métastases cérébrales et à moindre pourcentage des lymphomes et rarement de l'origine inflammatoire et infectieuse. Les séries marocaines rapportent un effectif important de tuberculomes ,

celle-ci est rarement rapportée dans les séries occidentales .

Dans notre série , nous avons trouvé comme résultats d'anapath 68% de tumeurs gliales, 8% des métastases , 2% des lymphome ,2% de tuberculomes et 4% Autres qui est

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

comparable avec la série de Baroudi qui a trouvé 66,6% de tumeurs gliales , 10% des métastases , 2,6% des lymphomes et 5 ,1% de tuberculomes .

**Tableau XII : tableau récapitulatif des différents résultats de l'anatomo-pathologie**

Auteurs	Gliomes	Métastases	Lymphomes	Tuberculomes	Autres
MANRIQUE	74%	15%	5%	-	4%
ELAZHARI et al	61%	23%	7%	1%	8%
BELLAKHDAR	58%	14,6%	5,8%	12,4%	8%
ELKHAMLICHI	65%	12,5%	12 ,5%	5%	5%
OUDRHIRI et al	59%	14,2%	6%	11 ,6%	3,2%
NAKKABI	51%	28%	4%	4%	5%
BAROUDI	66,6%	10%	2,6%	5,1%	15,6%
Notre série	68%	8%	2%	2%	4%

Les autres résultats, moins fréquemment retrouvés étaient représentés par :

- Pinéoblastome
- Papillome du plexus choroïde
- Méningiome
- Craniopharyngiome
- démyélinisation active
- encéphalite

### **VIII. Fiabilité de la Biopsie stéréotaxique**

Du fait de sa précision millimétrique et de la possibilité de prélever plusieurs « carottes biopsiques » sur la même cible, la rentabilité de la biopsie stéréotaxique est excellente, permettant d'établir le diagnostic dans 89 % à 96 % des cas .Il existe néanmoins un risque non nul de « biopsie blanche » n'aboutissant pas au diagnostic. Deux raisons peuvent s'intriquer : un mauvais ciblage et/ou une difficulté des anatomopathologistes à classer la lésion, souvent du fait d'un fragment unique de petite taille. Dans l'expérience neurochirurgicale, il est ainsi conseillé de cibler le cœur d'une lésion, et non sa bordure (ce qui est pourtant obligatoirement

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

choisi pour cible quand la lésion est nécrotique en son centre) et il est préférable de prélever plusieurs fragments. Il va de soi que ce dernier point ne peut être respecté en cas de lésion très petite et mal située.

Au regard de la littérature, les statistiques sur les taux de biopsies blanches sont rares.

Cependant, plusieurs études [106] rapportent un pourcentage compris entre 5 et 8 %, sans prise en compte des éventuelles difficultés techniques précédemment citées.

Dans notre série , 3 cas ( soit 6%) de biopsie stéréotaxique étaient non concluantes . L'attitude était de refaire la biopsie stéréotaxique et le recours aux examens bactériologiques (02 cas en faveur des empyèmes et 1 cas de glioblastome).

Dans notre expérience la fiabilité de la biopsie stéréotaxique, était de 94%. Ce taux rejoint celui de la littérature (figure 67 )

❖ WALTER A HALL [107](Étude multicentrique, 112cas) rapporte un taux de fiabilité de 96%

❖ Pour LIVERMORE [108] Le taux de biopsie négatif chez 273 patients était nettement inférieur à 3,7 %.

Plusieurs auteurs rapportent un taux de négativité qui avoisine le nôtre, ainsi : BELLAKHDAR dans une série de 256 cas n'a pas pu obtenir un diagnostic histologique lors d'une première tentative biopsique chez 20 patients (soit 7,8%) .

– sur 283 biopsies stéréotaxiques OUDRHIRI et al [85]. La biopsie s'est avérée fiable dans 261 cas (92 %). Dans 22 cas, le résultat s'est avéré imprécis le doute diagnostique restait trop important, la BST devait être répétée au moins une fois avant

d'obtenir une étude histologique concluante. Une deuxième biopsie a été réalisée dans 16 cas. Dans 6 cas, 3 BST étaient nécessaires. La répétition d'une biopsie a dans tous les cas permis de rétablir un diagnostic précis.

❖ TARATUTO reste sur un diagnostic imprécis dans 7,94% des cas (21/307 biopsies).

Dans 5 cas (1,6% des cas) la cible a été manquée ; dans les autres cas, il s'agissait ou d'un tissu nécrotique ou inflammatoire. Comme DAUMAS-DUPORT (DAUMASDUPORT,

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

1983), cet auteur insiste sur l'intérêt des biopsies étagées qui permettent de préciser la configuration spatiale des tumeurs, ce qui peut aider à mieux poser les indications thérapeutiques, d'irradiation interstitielle notamment

Dans la série **de DECO et al.** (Série française) la biopsie s'est avérée fiable dans 91,8% des cas : Sur 376 cas, la cible a été manquée 2 fois (0,5% des cas) et le résultat s'est avéré imprécis dans 28 cas (7,6% des cas). Dans 10 cas, le doute diagnostique restait restant 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.). 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 : le cadre utilisé dans cette série était le cadre Leksell , ce dernier est solidement fixé au crâne .

❖ – Pour **USHIO et al.** (Série japonaise) qui utilise également un cadre Leksell, le diagnostic a été confirmé histologiquement dans 84 cas (soit 92,3 %) 1 patient a développé une crise convulsive généralisée au cours du test de stimulation électrique ceci a fait craindre la survenue de complications neurologique et a mené à l'arrêt de la procédure.

Ce patient a par l'ensuite bénéficié d'une biopsie à ciel ouvert qui a révélé un astrocytome. 1 autre patient avait une lésion (moins de 5 mm de diamètre). La cible a été choisie au centre de la lésion. Le résultat anatomopathologique était non concluant. Une TDM

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

de contrôle a montré que le site de biopsie était dévié latéralement par rapport à la lésion. Il a été supposé que l'aiguille de biopsie n'a pas pu pénétrer la lésion à cause de sa petite taille et de sa dureté.

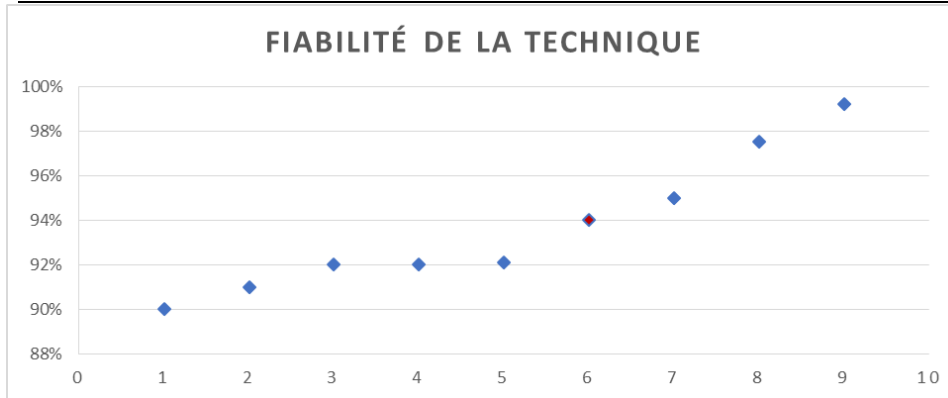
Lors d'une seconde tentative stéréotaxique, la cible a été choisie au bord plutôt qu'au centre de la masse et un échantillon représentatif de la lésion a été obtenu. Le diagnostic définitif de lymphome malin a été retenu à l'étude anatomopathologique.

- ❖ Pour **CALLOVINI et al[88]** , Sur les 421 biopsies diagnostiques, un diagnostic histologique définitif a été obtenu dans 409 cas (un rendement diagnostique de 97 %). Douze biopsies (3 %) ont été jugées non concluantes ; 9 patients n'ont pas accepté d'autres interventions invasives et les Trois autres ont été soumis à une deuxième intervention (deux GBM et un cas de PCNSL).
- ❖ Pour **BARROUDI** ( série marocaine , 2022) dans une série de 39 , 4 cas de biopsie stéréotaxique étaient non concluantes.

**Tableau XIII : fiabilité de la technique de biopsie stéréotaxique selon différents auteurs**

Auteurs	Fiabilité
KIM J,E	91%
MANDRIQUE	95%
KANPOLAT	99.23%
EL KHAMLI	97.5%
BELLAKHDAR	92.1%
OUDRHIRI et al	92%
NAKKABI	92%
BARROUDI	90%
Notre série	94%

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech



1: BAROUDI

3: OUADRHIRI et AL

5: BELLAKHDAR

7: MANDRIQUE

9: KANPOLAT

2: KIM J.E

4: NAKKABI

6: Notre série

8: EL KHAMLICHI

**Figure 89 : corrélation entre la fiabilité dans notre série et les résultats observés dans la littérature**

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

### **Les facteurs de Fiabilité [123]:**

Les facteurs qui semblent liés à l'obtention d'une biopsie blanche ou non contributive sont :

#### **a) le choix de la cible**

selon le point de vue anatomopathologique il faut cibler une zone charnue, prenant le contraste , cependant certaines lésions ne prennent pas le contraste rendant difficile le choix de la cible à biopsier .

#### **b) l'hétérogénéité histologique de la tumeur**

L'étude anatomopathologique peut être faussée lorsque le fragment biopsique porte sur une zone de nécrose qui accompagne fréquemment les glioblastomes.



---

---

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

### **c) Qualité des fragments biopsiques et de l'examen anatomo pathologique ex-temporane et definitif**

il y a plus de chance d'avoir un diagnostic histopathologique exacte 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.

## **IX. MORTALITE ET MORBIDITE**

### **1. Mortalité :**

La mortalité postopératoire varie de 0 à 4% [106] celle-ci a pratiquement toujours liée à un accident hémorragique.

Dans notre série elle est nulle, qui est concordante avec l'étude de SOUHAIB [86]. qui rapporte une mortalité postopératoire de 0%.

### **2. Morbidité :**

La morbidité liée à la chirurgie stéréotaxique est variable entre à 0 et 13% [106,110], et sont surtout en rapport avec le saignements au niveau du foyer opératoire (c'est-à-dire sur la cible) soit plus rarement sur le trajet de la biopsie , les crises épileptiques, les déficits post procédure, les œdèmes et les infections. Ces complications surviennent habituellement dans les 6 heures ou plus de 24 heures après la biopsie [106].

Certains facteurs de morbidité sont retrouvés par différentes études : lésions du tronc cérébral pour Grossman et al [109] ,lésions des noyaux gris centraux et diabète pour McGirt et al[110], cirrhose pour Chen et al [111], lésions profondes et glioblastome pour Kongkham et al[112]. Il est à noter que plusieurs trajectoires pour une même biopsie exposent de façon logique à un sur-risque de complication hémorragique.

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

**Tableau XIV : le taux de Morbidité et mortalité associées à la BST selon différents auteurs [106].**

Auteurs	Année de publication	Nombre de cas	Mortalité (%)	Morbidité(%)
Kulkarni [113]	1998	102	02	8,8
Hall Wa [107]	1998	134	0,7	0,7
Kreth FW [114]	2001	345	00	3,1
Kim JE [62]	2003	308	0,6	6,2
Yamada KA [115]	2004	91	00	00
Grossman R [109]	2005	355	0,6	03
McGirt MJ [110]	2005	270	01	13
Woodworth GF [116]	2006	160	01	13
Kongkham PN [112]	2008	622	1,3	6,9
Chen C-C [111]	2009	299	1,3	7,4
Souhaib [ 86]	2012	08	00	00
Kickingereeder [117]	2013	1480	0,9	7,8
Weise LM [118]	2013	204	00	11
Livermore LJ [108]	2014	351	0,6	00
Malone H[119]	2015	7514	2,8	6,1
Quick-Weller J [120]	2016	26	3,8	3,8
Hamisch [121]	2017	735	0,6	6,7
Hamisch [122]	2019	498	00	0,8
Amadou [94]	2021	15	20	6,6
Notre série	2022	50	00	00

Dans notre série le taux de morbidité est nulle comparable avec l'étude de SOUHAIB et al.

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

Les principales complications liées à la Biopsie stéréotaxique sont :

❖ **Les accidents hémorragiques** [106]:

L'hémorragie est la complication la plus fréquente rapportée dans les séries publiées. Les taux varient de 0,9 à 8,6 %. La plupart des études ne prennent en compte que les saignements symptomatiques.

Si l'on considère tous les saignements observés sur les tomodensitométries postopératoires systématiques (symptomatiques ou non), la fourchette peut être beaucoup plus élevée, allant même jusqu'à 59,8 %. Quelques facteurs de risque de saignement post-biopsie ont été décrits, mais aucun n'est fortement associé à une hémorragie symptomatique :

- ✓ la localisation profonde de la tumeur et le lymphome ont été décrits comme étant associés à l'hémorragie post-biopsie.
- ✓ l'âge avancé, l'hydrocéphalie préopératoire et à l'œdème cérébral.
- ✓ l'utilisation d'agents antiplaquettaires dans les 48 heures suivant la chirurgie est associée morbidité postopératoire, alors qu'une utilisation plus tardive (2 à 7 jours) ne confère pas un risque plus élevé.

❖ **L'œdème cérébral** [106]:

L'expansion de l'œdème cérébral après une biopsie semble être une étiologie commune de la mortalité et de la morbidité post-biopsie. Ce type de complication survient le plus souvent chez des patients souffrant déjà d'hypertension intracrânienne et le pronostic est souvent péjoratif, bien que certains patients ne souffrent que d'un déficit neurologique transitoire.

❖ **Convulsions postopératoires** [106] :

Yamada et al. ont rapporté deux cas (2,2 %) de convulsions postopératoires. Dammers et al. ont décrit des résultats similaires avec un taux de 1,3% dans une série de 226 biopsies.

❖ **L'infection** [106] :

L'infection consécutive à une biopsie cérébrale stéréotaxique sur cadre est une complication très rare mais décrite. Ces infections peuvent être superficielles ou profondes.

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

Chen et al. ont décrit deux cas d'infections superficielles de plaies et deux cas d'abcès ou d'empyème cérébral.

Certains auteurs ciblent l'utilisation de corticostéroïdes chroniques comme facteur de risque d'infection.

## **X. EVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES**

Les évolutions techniques, en particulier de la robotique et de la neuronavigation , permettent de repousser les limites des techniques stéréotaxiques.

### **1. La Neuronavigation :**

La neuro-navigation relève de la chirurgie assistée par ordinateur. C'est un système de guidage et de navigation peropératoire, généralement utilisé pour suivre les outils chirurgicaux et les localiser par rapport à l'anatomie du patient. Cette technique permet de visualiser en 3D le cerveau ou la colonne vertébrale du patient [124].

Grâce à cet outil, le neurochirurgien peut réaliser un geste optimal, moins invasif, donc plus sûr. Bien que limité par le déplacement peropératoire des structures cérébrales, son intérêt est incontestable pour les interventions de la base du crâne et pour les Lésions de petites tailles situées en profondeur. Toutefois, cette chirurgie a un prix. Les complications postopératoires sont certes minimisées et la durée d'hospitalisation du patient est diminuée. Mais cette technique qui révolutionne la manière de travailler du neurochirurgien entraîne des coûts supplémentaires en terme de matériel et de personnel [125].

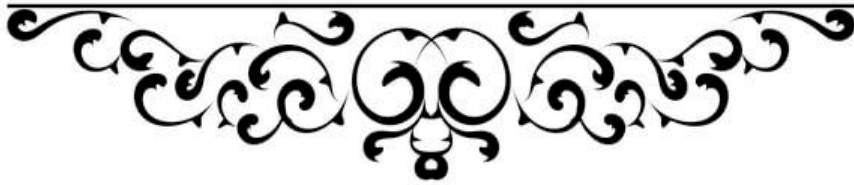
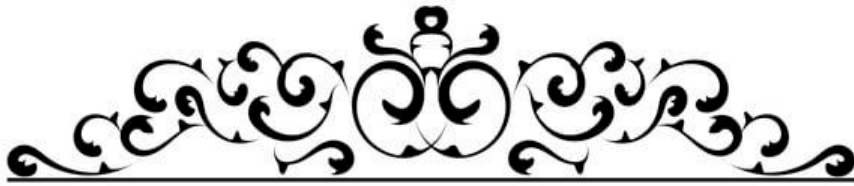
### **2. La Chirurgie Robotisée :**

C'est une autre modalité technique , fournie par l'usage du robot, 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

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

où leur intégration est effectuée selon des repères communs parfaitement bien intégrés, en-dehors de toute distorsion .

Le robot apporte une précision accrue du positionnement des instruments chirurgicaux et par la même de meilleurs résultats fonctionnels notamment pour la maladie de parkinson qui nécessite l'implantations d'électrode intracérébrale et pour les tumeurs cérébrales et la réalisation de biopsies. Les complications chirurgicales sont réduite (risque d'hémorragie) et de même que le temps opératoire d'où un plus grand confort pour le patient [126]t.



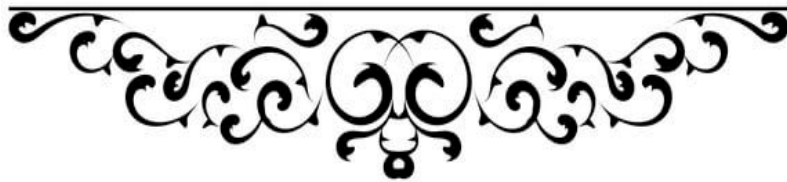
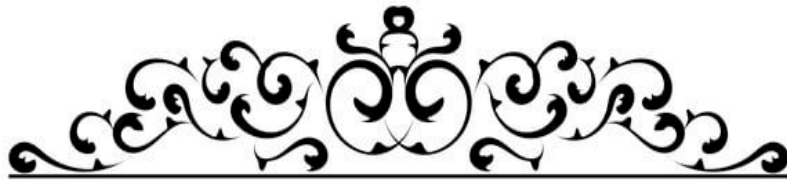
### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

La neurochirurgie est une spécialité extraordinaire s'occupant de l'organe le plus précieux : le cerveau humain. Les neurochirurgiens ont toujours investi le plus haut degré d'efforts et de précision pour minimiser les «dommages collatéraux». En fait, toute l'histoire de la neurochirurgie est une quête pour la rendre la moins invasive possible, depuis l'utilisation des pinces coagulantes bipolaires il y a 100 ans, jusqu'à l'application de la stéréotaxie.

La biopsie stéréotaxique constitue une arme diagnostique décisive pour certains patients .C'est une chirurgie relativement simple avec une rentabilité de 90% . Cependant comme pour tous gestes invasifs, il convient de ne pas négliger les complications possibles . De plus, Il est impératif de s'entourer d'un maximum de précautions dans le ciblage (travail qui reviendra au neurochirurgien) et dans la gestion périopératoire de l'hémostase (travail qui impliquera l'anesthésiste).

La stéréotaxie constitue une aide à la neurochirurgie conventionnelle. Cette méthodologie est synonyme de précision et de rigueur.

L'innovation technologique a considérablement transformé la pratique neurochirurgicale depuis l'ère numérique. L'introduction de l'outil informatique dans les blocs opératoires a permis l'utilisation de plus en plus extensive de l'imagerie médicale en direct, à l'origine du concept de la neuronavigation ou la stéréotaxie sans cadre , un véritable GPS (Global Positioning System) anatomique pour le neurochirurgien.





## RESUME

La chirurgie stéréotaxique est un outil neurochirurgical permettant l'accès à des lésions intracrâniennes de façon mini-invasive, soit à visée diagnostique ou thérapeutique. Notre travail est une étude rétrospective sur une période de 5ans, depuis 2017 jusqu'à 2021, d'une série consécutive de 50 cas de lésions cérébrales qui ont été recrutées au service de Neurochirurgie de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech, moyennant une fiche d'exploitation qui comporte les données épidémiologiques, cliniques, radiologiques, anatomo-pathologiques et évolutives. Toutes les biopsies ont été examinées par le même pathologiste. L'âge des malades varie entre 14 et 81 ans avec une moyenne de 52 ans avec Prédominance masculine (31hommes contre 19 femmes) et un sex- ratio de 1,6. La présentation clinique était dominée par le déficit neurologique (31% des cas), suivi des céphalées(28% des cas), et de syndrome d'hypertension intracrânienne (16% des cas). D'autres symptômes ont été notés : syndrome confusionnel, troubles visuels et comitialité Les lésions étaient uniques dans 82 % des cas et multiples dans 18% des cas. De siège lobaire dans 50% des cas. Dans notre série tous nos patients ont bénéficié d'une TDM cérébrale tandis que 43 ont bénéficié d'une IRM cérébrale. Pour tous les patients le cadre utilisé est de type LEKSELL®. L'anesthésie utilisé été locale lors de la pose ainsi que dans la procédure de BST. Tous les patients ont bénéficié d'un repérage scannographique. Le type d'échantionnage utilisé été en rosette étagé avec un nombre de carottes qui varie de 04 à 08 avec une moyenne de 05. Aucun incident per ni post opératoire n'a été noté avec une TDM de contrôle réalisée chez tous nos patients. L'étude anatomopathologique a montré 68% de tumeurs gliales, 8% de métastases, 8% autres processus tumoraux (1 cas de Lymphome B) 2% de tuberculome,. La biopsie était non concluante 3 fois (6% des cas). La mortalité et La morbidité étaient de 0%. L'expérience préliminaire dans cette série est encourageante. Une bonne maîtrise du geste, une meilleure évaluation morphologique par

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

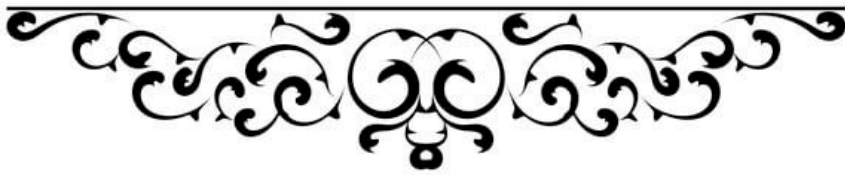
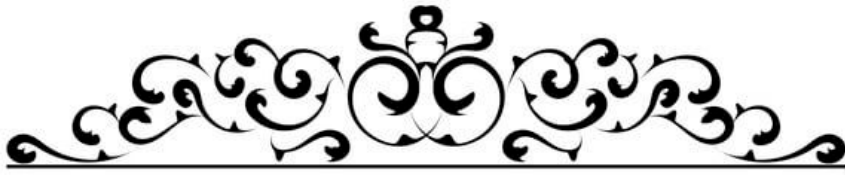
les techniques d'imagerie ainsi qu'une étude anatomopathologique raffinée augmenteraient la fiabilité de cette technique chirurgicale prometteuse.

**ABSTRACT**

Stereotactic surgery is a neurosurgical tool allowing access to intracranial lesions in a minimally invasive way, either for diagnostic or therapeutic purposes. Our work is a retrospective study over a period of 5 years, since 2017 until 2021, of a consecutive series of 50 cases of brain lesions that were recruited in the department of Neurosurgery of the military hospital Avicenne in Marrakech, through an operating sheet that includes epidemiological, clinical, radiological, anatomical-pathological and evolutionary data. All biopsies were examined by the same pathologist. The age of the patients varied between 14 and 81 years with an average of 52 years with a male predominance (31 males versus 19 females). The clinical presentation was dominated by neurological deficit (31% of cases), followed by headache (28% of cases), and intracranial hypertension syndrome (16% of cases). Other symptoms were confusional syndrome, visual disturbances and comitiveness. Lesions were single in 82% of cases and multiple in 18%. Lobar location in 50% of cases. In our series, all our patients underwent brain CT while 43 underwent brain MRI. For all patients the frame used was of the LEKSELL<sup>®</sup> type. The anaesthesia used was local during the placement as well as in the BST procedure. All patients were scanned. The type of sampling used was a stepped rosette with a number of cores varying from 04 to 08 with an average of 05. No intra- or postoperative incidents were noted with a control CT scan performed in all our patients. The anatomopathological study showed 68% glial tumours, 8% metastases, 8% other tumour processes (1 case of B lymphoma) 2% tuberculoma. Biopsy was inconclusive 3 times (6% of cases). Mortality and morbidity were 0%. The preliminary experience in this series is encouraging. A good control of the procedure, a better morphological evaluation by imaging techniques and a refined anatomopathological study would increase the reliability of this promising surgical technique.

## ملخص

راحة التوضيع التجسيمي هي أداة جراحية عصبية تسمح بالوصول إلى الآفات داخل الجمجمة بطريقة طفيفة التوغل، إما لأغراض التشخيص أو العلاج. عملنا عبارة عن دراسة بأثر رجعي على مدى 5 سنوات، منذ 2017 حتى 2021، لسلسلة متتالية من 50 حالة من آفات الدماغ التي تم تجنيدها في قسم جراحة الأعصاب في مستشفى العسكري ابن سينا بمراكش، من خلال ورقة عمليات تتضمن البيانات الوبائية والسريية والإشعاعية والتشريحية المرضية والتطورية. تم فحص جميع الخزعات من قبل نفس أخصائي علم الأمراض. تراوحت أعمار المرضى بين 14 و81 سنة بمتوسط 52 سنة مع غلبة للذكور (31 ذكر مقابل 19 أنثى). ساد العرض السريي العجز العصبي (31% من الحالات)، يليه الصداع (28% من الحالات)، ومتلازمة ارتفاع ضغط الدم داخل الجمجمة (16% من الحالات). كانت الأعراض الأخرى متلازمة الارتباك والاضطرابات البصرية والتوافق. كانت الآفات وحيدة في 82% من الحالات ومتعددة في 18%. موقع اللوبار في 50% من الحالات. في سلسلتنا، خضع جميع مرضانا للتصوير المقطعي المحوسب للدماغ بينما خضع 43 منهم للتصوير بالرنين المغناطيسي للدماغ. بالنسبة لجميع المرضى، كان الإطار المستخدم من نوع LEKSELL® كان التخدير المستخدم موضعياً أثناء التنسيب وكذلك في إجراء BST. تم فحص جميع المرضى. كان نوع أخذ العينات المستخدم عبارة عن وردة متدرجة مع عدد من النوى يتراوح من 04 إلى 08 بمتوسط 05. لم يتم ملاحظة أي حوادث أثناء أو بعد الجراحة باستخدام فحص الأشعة المقطعية المحكم الذي تم إجراؤه في جميع مرضانا. أظهرت الدراسة التشريحية المرضية 68% أورام دبقية و8% نقائل و8% عمليات أورام أخرى) حالة واحدة من سرطان الغدد الليمفاوية 2 (B) % ورم سل. كانت الخزعة غير حاسمة 3 مرات (6% من الحالات). كانت الوفيات والمراضة 0%. التجربة الأولية في هذه السلسلة مشجعة. إن التحكم الجيد في الإجراء، والتقييم المورفولوجي الأفضل من خلال تقنيات التصوير ودراسة التشريح المرضي المكرر من شأنه أن يزيد من موثوقية هذه التقنية الجراحية الواعدة.



### Fiche d'exploitation(BST)

1-Nom - Prénom : ..... NE :

2-Age : .....ans

3-Sexe :  F  M

4-adresse : .....

5-Téléphone : .....

6-Date d'intervention : .....

7-Antécédents : .....

8-Latéralité : .....

9-Histoire de la maladie

- le début de la symptomatologie : .....

- SF :

OUI

NON

Troubles de conscience

HTIC :

Aphasie : type :

TB sphinctériens :

Comitialité : type :

Autres : :

- Durée d'évolution : .....mois

10- Examen clinique :

- Etat générale : ..... -GCS :

- Examen neurologique : Sd clinique : .....

- FO : mesure AV : CV :

11- TDM

Lésions :

- Nombre :

- Siège :

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

– Aspect :

- Kystique
- Charnu
- Mixte

12- IRM

Lésions :

- Nombre :
- Siège :
- Aspect :
- Kystique
- Charnu
- Mixte

13- Diagnostics évoqués en préopératoire :

1 / .....

2 / .....

14- bilan d'extension : SCANNER TAP

RX thorax

Echo abdominale

Résultats:

Lésions multiples extra crâniennes

Néo primitif :

15- Indication à la biopsie :

- Siège profond
- zones fonctionnelles
- Autres :

16- Procédure BST :

Cadres utilisé : LEKSELL®

Positionnement : sustentorien

FCP

Type d'Anesthésie : Lors de la pose :

**La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

Lors de la BST :

Repérage scannographique :

- coupes :
- épaisseur :.....mm

Repérage guidé par IRM :

Position cible, point d'entrée :

Évacuation de kyste :

Biopsie :

- Types d'échantonnage :rosette et étagé
- Nombre de carottes :

Examen extemporané :

Pénibilité de l'acte vécu par les patients :

- Bien supporté
- Difficilement supporté

- 17- TDM de contrôle :.....
- 18- Incidents  .....
- 19- Evolution Clinique immédiate : .....
- 20- Histologie concluante :.....
- 21- Immunohistochimie :.....

22- TTT complémentaire :

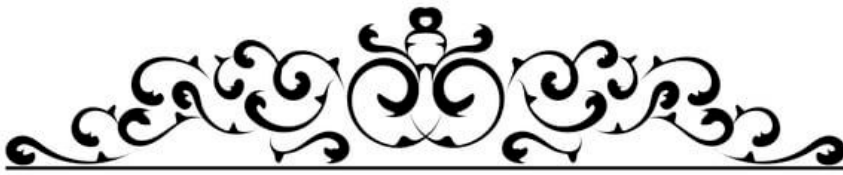
- ❖ RTH
- ❖ CTH
- ❖ Reprise chirurgicale à ciel ouvert
- ❖ Abstention chirurgicale

23- Evolution à court terme/ moyen terme :

Résultats :

- clinique :.....
- radiologique :.....





## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

1. **Chauvet, D.**  
(2015). Place de la biopsie stéréotaxique chez les patients en coma d'origine neurologique. *Réanimation*, 24(5), 522–526. doi:10.1007/s13546-015-1103-1
2. **Cuello, J. F., Saenz, A., Liñares, J. M., Martínez, P., Ruiz, C., Argañaraz, R., ... Mantese, B.**  
(2020). Low-Cost Stereotaxic Brain Biopsy Simulation Model: Technical Note. *World Neurosurgery*. doi:10.1016/j.wneu.2020.03.062
3. Académie des sciences (France) : Appareil de M.Contremoulins pour la localisation radiologique des corps étrangers de la tête Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences.
4. Zernov : L'encéphalomètre, revue générale de clinique et de thérapeutique, 1890, p.303
5. **Horsley V., Clarke RH.**  
The structures and functions of the cerebellum examined by a new method. *Brain* 1908, vol.31 p.45–124,
6. **PICARD C. ; OLIVIER A. ; BERTRAND G.**  
THE FIRST HUMAN STEREOTAXIC APPARATUS:  
THE CONTRIBUTION OF AUBREY MUSSEN TO THE FIELD OF STEREOTAXIS 1983, vol. 59,no4, p. 673–676
7. **Robert Levy,**  
MD A Short History of Stereotactic Neurosurgery  
<http://www.neurosurgery.org>
8. **TALAIRACH J., HECAEN M., DAVID M.,**  
MONNIER M Recherche sur la coagulation  
thérapeutique des structures subcorticales chez l'homme. *Revue Neurol.* 1960 ; 81 :4–29.
9. médical center library <http://www.mclibrary.duke.edu/>
10. **LEKSELL L.**  
A Stereotactic apparatus for intracerebral surgery. *Acta., Chir., Scand.*1949 ; 99 : 229–233.
11. **MICHEL ZERAH, HERVE DRUET, GUISEPPE CINALLI, FRANCIS, BRUNELLE, CHRISTIAN, SANITE-ROSE.**  
Robotique et neurochirurgie. *Médecine thérapeutique.* 1998 ; 4(2) :137–44
12. Calvino, B. (2011). Les cellules gliales : leur rôle dans la douleur chronique. *Douleurs : Evaluation – Diagnostic – Traitement*, 12(6), 299–303. doi:10.1016/j.douler.2011.09.003
13. [www.futura-sciences.com/sante/dossiers/medecine-voyage-cerveau-525/page/3/](http://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/medecine-voyage-cerveau-525/page/3/)
14. **Netter, Frank H. MD**  
Atlas d'anatomie humaine, Edition 7 , copyright 2019,
15. **A LAHLAIDI.**  
anatomie topographique trilingue, système nerveux central-tête et cou-organes des sens .Edition Livres Ibn Sina, RabatMaroc,1986,2, 472p, p769–831.
16. **Netter, Frank H., & Hansen, John T**  
Atlas d'anatomie humaine, Edition 4, p. 101, 106, 136

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

17. Pierre Kamina Anatomie clinique;Tome 5, 2ème édition; (Français) Broché Neuroanatomie ; MALOINE;2013;434 pages
18. <http://www.noesis-reseau.com/wp-content/uploads/2018/06/6-SYST%C3%88ME-SENSORIEL.pdf>
19. **Mathieu SIMON**  
: Anatomie du système nerveux, <http://www.cours-pharmacie.com>
20. Frank H netter Atlas d'anatomie humaine 6ème édition;Elsevier Masson;(broché)2015;624 pages
21. Pierre Kamina Anatomie clinique;Tome 5, 2ème édition; (Français) Broché Neuroanatomie ; MALOINE;2013;434
22. campus-numérique de neurochirurgie
23. 23- : D. Figarella-Branger, R. Appay, A. Metais et al., La classification de l'OMS 2021 des tumeurs du système nerveux central, Annales de pathologie, <https://doi.org/10.1016/j.annpat.2021.11.005>
24. **GONDRIY-JOUET C, DEMASURE F, LE BARS E, TOUSSAINT P, ROUBERTOU H et DERAMOND H.**  
Tumeurs hémisphériques intracrâniennes. Encycl med chir (Elsevier Paris). Radiodiagnostic – Neuroradiologie –Appareil locomoteur.31-658 – A – 10. 1999 .37 p
25. **CARPENTIER A.F.**  
Nouvelles approches thérapeutiques des glioblastomes. Bull Cancer 2005 ; 92(4) :355-9.
26. Gilbert DECHAMBENOIT : Suppurations intracrâniennes, Manuel de neurochirurgie,octobre 2006
27. Alexandra Benouaich-Amiel : La tomographie par émission de positons dans l'évaluation des gliomes : place actuelle et impact des nouveaux traceurs neurologie.com – 2008
28. Clinical Utility of Positron Emission Tomography in Patients with Malignant Glioma Hirohito Yano 1, Jun Shinoda 2, Toru Iwama 1 Neurol Med Chir (Tokyo) 2017 Jul 15;57(7):312-320. doi: 10.2176/nmc.ra.2016-0312. Epub 2017 May 1.
29. **Palumbo B.**  
Brain tumor recurrence: brain single photon emission computerized tomography, PET and proton magnetic resonance spectroscopy. Nucl Med Commun 2008 ; 29 : 730-5.
30. Service médecine nucléaire, CHU Purpan, Toulouse
31. **Guillevin R, Manuel C**  
Imagerie multimodale par résonance magnétique des tumeurs cérébrales. Revue Neurologique 2011;10(67):704-14.
32. **Fayed N, Morales H**  
Contrast/Noise ratio on conventional MRI and choline/creatine ratio on proton MRI spectroscopy accurately discriminate low-grade from high-grade cerebral gliomas. Acad Radiol 2006;13(6):728-37
33. **Majos C, Alonso J**  
Proton magnetic resonance spectroscopy ((1)H MRS) of human brain tumours: assessment of differences between tumour types and its applicability in brain tumour categorization. Eur Radiol 2003;13(3):582-91.

## **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

- 34. Guillevin, R., Manuel, C., & Vallée, J. N.**  
(2011). Imagerie multimodale par résonance magnétique des tumeurs cérébrales. *Revue Neurologique*, 167(10), 704-714. doi:10.1016/j.neurol.2011.07.003
- 35. R.-C.**  
Janzer Neuropathologie et pathologie moléculaire des gliomes *Revue Médicale*.
- 36. Echchikhi, M., El Bakkari, A., Ech-Chrif El Kettani, N., Jiddane, M., & Fikri, M.**  
(2020). Le tuberculome cérébral : l'aspect en grappe de raisin. *Journal D'imagerie Diagnostique et Interventionnelle*. doi:10.1016/j.jidi.2020.04.007
- 37.** *Journal de Neurochirurgie* 2006 N°03
- 38. Pioneer Surgeon Lars Leksell**  
n.d.<https://www.movementdisorders.org/MDS/About/Committees--OtherGroups/Special-Interest-Groups/Neurosurgery-Special-Interest-Group/PioneerSurgeon-Lars-Leksell.htm>
- 39. Campus de Neurochirurgie.** Biopsies en conditions Stéréotaxiques.  
<http://www.campus.neurochirurgie.fr> Consulté le 12.12.2012
- 40. Ieksell , Jernberg B Leksell L, Jernberg B L,**  
Jernberg B Stereotaxis and tomography. A technical note. *Acta Neurochir (Wien)* 52:1-7, 1980
- 41. NAKKABI I.**  
Apport de chirurgie stéréotaxique dans le diagnostic et le traitement des processus intracrâniens 2010:226.
- 42. Dammers R, Haitsma IK, Schouten JW, Kros JM, Avezaat CJ, Vincent AJPE.**  
Safety and efficacy of frameless and frame-based intracranial biopsy techniques. *Acta Neurochir (Wien)* 2008;150:23-9. <https://doi.org/10.1007/s00701-007-1473-x>.
- 43. Burger PC, Nelson JS.**  
Stereotactic brain biopsies: specimen preparation and evaluation. *Arch Pathol Lab Med* 1997;121:477-80
- 44. Benabid A, Blond S, Chazal J, Cohadon F, Daumas-Duport D, Delisle M, et al**  
[Stereotaxic biopsies (SB) of intracranial neoplasms. Considerations apropos of 3,052cases]. *Neurochirurgie* 1985;31:295-301.
- 45. Apuzzo ML, Chandrasoma PT, Cohen D, Zee CS, Zelman V.**  
Computed imaging stereotaxy: experience and perspective related to 500 procedures applied to brain masses. *Neurosurgery* 1987;20:930-7. <https://doi.org/10.1227/00006123-198706000-00019>.
- 46. Nguyen IP, Decq P,**  
Keravel Y Approche stéréotaxique diagnostique et thérapeutique des tumeurs cérébrales. Editions Techniques., in *Encycl Méd Chir, Editions Techniques, Neurologie*. Paris, 1995, Vol 17-210-A-30
- 47. Ieksell , Lindquist C, Adler JR, et al Leksell L, Lindquist C, Adler JR, et al**  
A new fixation device for the Leksell stereotaxic system. Technical note. *JNeurosurg* 66:626-629, 1987

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

- 48. Guthrie BL, Steinberg GK, Adler JR Guthrie BL, Steinberg GK, Adler JR berg GK,**  
Adler JR Posterior fossa stereotaxic biopsy using the Brown Robert Wells stereotaxic system. J Neurosurg 70 : 649-652, 1989
- 49. Brown RA, Roberts T, Osborn AG Brown RA, Roberts T,**  
Osborn AG Simplified CT-guided stereotaxic biopsy. AJNR Am J Neuroradiol 2:181-184, 1981
- 50. Laitinen LV** Noninvasive multipurpose stereoadapter. Neurol Res 9:137-141, 1987
- 51. Laitinen LV, Hariz MI Laitinen LV,**  
Hariz MI Multi-purpose stereoadapter. Appl Neurophysiol 50:68-76, 1987
- 52. Hariz MI,**  
Eriksson AT Reproducibility of repeated mountings of a noninvasive CT/MRI stereoadapter. Appl Neurophysiol 49:336-347, 1986
- 53. Laitinen LV** Non invasive multipurpose stereoadapter Neurological research 9: 137-141, 1987
- 54. Laghmari.**  
Contribution de la biopsie Stéréotaxique dans la prise en charge des tumeurs cérébrales. Mémoire du diplôme national de spécialité 2007, rabat.
- 55. 55-Ostertag CB** New head fixation for the Riechert stereotaxic system. Technical note. Acta Neurochir (Wien) 94:88-92, 1988
- 56. Imagerie- medicale-radiotherapie. Cadres stereotaxiques. radiotherapie. Cadres stereotaxiques.** [http:// http://www.medicalexpo.fr](http://www.medicalexpo.fr) Consulté le 12.12.2012.
- 57. Brown RA, Roberts T, Osborn AG.**  
Simplified CT-guided stereotaxic biopsy. AJNR AmJ Neuroradiol 1981;2:181-4
- 58. Peragut JC, Riss JM, Farnarier P, et al,**  
Colloid cysts of the third cerebral ventricle. Computed x-ray tomography, MRI and stereotaxic puncture. Apropos of 9 cases. Neurochirurgie 36:122-128, 1990
- 59. Nguyen IP, Decq P, Keravel Y Nguyen IP, Decq P, Keravel Y**  
Approche stéréotaxique diagnostique et thérapeutique des tumeurs cérébrales. Editions Techniques., in Encycl Méd Chir, Editions Techniques, Neurologie. Paris, 1995, Vol 17-210-A-30
- 60. Blond S, Touzet G, Reyns N,**  
Clinical applications of stereotaxic methology. Ann Fr Anesth Reanim 21:162-169, 2002
- 61. Dempsey PK, Kondziolka D,**  
Lunsford LD Stereotactic diagnosis and treatment of pineal region tumours and vascular malformations. Acta Neurochir (Wien) 116:14-22, 1992
- 62. Kim JE, Kim DG, Paek SH, et, et al**  
Stereotactic biopsy for intracranial lesions: reliability and its impact on the planning of treatment. Acta Neurochir (Wien) 145:547-554; discussion 554-545, 2003
- 63. Hayek G, Fournier D, Guy G**  
Tumeurs de la région pinéale, in médicales Ese (ed): Encycl Méd Chir. Paris Elsevier SAS, 2002, Vol Neurology, 17-380-D-10

### La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

64. **Blond S, Touzet G, Desenclos C, et al**  
Stereotactic applications in third ventricle tumors. *Neurochirurgie* 46:268–280, 2000
65. **Dempsey PK, Kondziolka D, Lunsford LD ,**  
Stereotactic diagnosis and treatment of pineal region tumours and vascular malformations. *Acta Neurochir (Wien)* 116:14–22,
66. **Daumas –Duport C, Monsegueon V, Blond S, et al**  
Serial stereotactic biopsies and CT scan in gliomas: correlative study in 100 astrocytomas, oligo–astrocytomas and oligodendrocytomas. *J Neurooncol* 4:317–328, 1987
67. **Greene GM, Hitchon PW, Schelper RL, et al**  
Diagnostic yield in CT–guided stereotactic biopsy of gliomas. *J Neurosurg* 71:494–497, 1989
68. **Blond S, Touzet G, Reyns N, et al**  
Clinical applications of stereotaxic methodology. *Ann Fr Anesth Reanim* 21:162–169, 2002
69. **Backlund EO, Johansson L,**  
Sarby B Studies on craniopharyngiomas. II. Treatment by stereotaxis an radiosurgery. *Acta Chir Scand* 138:749–759, 1972
70. **Musolino A, Munari C, Blond S, et al**  
Stereotaxic diagnosis and treatment of colloid cysts of the 3d ventricle Apropos of 7 cases. *Neurochirurgie* 34:26–36, 1988
71. **Kondziolka D, Dempsey PK, Lunsford LD,**  
A comparison between magnetic resonance imaging and computed tomography for stereotactic coordinate determination. *Neurosurgery* 30:402–406; discussion 406–407, 1992
72. **Bosch DA** Indications for stereotactic biopsy in brain tumours. *Acta Neurochir (Wien)* 54:167–179, 1980
73. **Rivas JJ,**  
Lobato RD CT–assisted stereotaxic aspiration of colloid cysts of the third ventricle. *J Neurosurg* 62:238–242, 1985
74. **Blond, S., Touzet, G., Reyns, N., Dantas, S., & Pruvo, J.**  
(2002). Applications cliniques de la méthodologie stéréotaxique. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, 21(2), 162–169. doi:10.1016/s0750–7658(01)00503–2
75. **Betti O.**  
Historique de la radiochirurgie. *Cancer Radiother* 1998 ; 2 : 101–4.
76. **Betti O, Derechinsky V.**  
Hyperselective encephalic irradiation with a linear accelerator. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1984 ; 33 : 385–90
77. **Friedman WA.**  
Linear accelerator radiosurgery. *Clin Neurosurg* 1992 ; 38 : 445–71.
78. **Leksell L. Stereotactic radiosurgery**  
*J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1983 ; 46 : 797–803

### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

- 79. Duffner F, Becker G, Boldt R, Voigt K, Klier R, Bamberg M, et al.**  
Five years of stereotactic radiosurgery at the University of Tübingen. A critical review of the method. *Minim Invas Neurosurg* 1997 ; 40 : 117–20.
- 80. Regis J, Pellet W.**  
Radiochirurgie ou microchirurgie des schwannomes vestibulaires. *Cancer Radiother* 1998;2: 191–201.
- 81. Talairach J, Bancaud J, Szikla G, Bonis A, Geier S, Vedrenne C.**  
Exploration Fonctionnelle Stéréotaxique. Approche nouvelle de la neurochirurgie de l'épilepsie. *Neurochirurgie* 1974 ; 20 (Suppl 1) : 99–130.
- 82. McCarthy G, Spencer DD, Riker RJ.**  
The stereotaxic placement of depth electrodes in epilepsy. In : Lüders H, Ed. *Epilepsy Surgery*. New York : Raven Press ; 1991. p. 385–93.
- 83. Kreth FW, Muacevic A Stereotactic biopsy and hemorrhage.**  
*J Neurosurg* 90:181–182, 1999
- 84. Warnke PC Stereotactic biopsy and hemorrhage.** *J Neurosurg* 90:180–181; author reply 182, 1999
- 85. Oudrhiri, M., Laghmari, M., Hemama, M., Gana, R., Maaqili, M., & Bellakhdar, F.**  
Contribution de la biopsie stéréotaxique dans la prise en charge des tumeurs cérébrales: a propos de 283 cas. *African Journal of Neurological Sciences*, 29(2), 3–12.  
doi:10.4314/ajns.v29i2.70401  
downloaded on 2020-06-21
- 86. Aboutoufayl S, Ali SAB.**  
Apport de la biopsie stéréotaxique dans la prise en charge des tumeurs cérébrales 2013:3
- 87. Marcelo Paglioli Ferreira, Nelson Pires Ferreira,,**  
PhD and al hD and al Stereotactic computed tomography-guided brain biopsy: diagnostic yield based on a series of 170 patients *Surgical Neurology* 65 (2006) S1:27– S1:32
- 88. Callovini, G. M., Telera, S., Sherkat, S., Sperduti, I., Callovini, T., & Carapella, C. M.**  
(2018). How is stereotactic brain biopsy evolving? A multicentric analysis of a series of 421 cases treated in Rome over the last sixteen years. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. doi:10.1016/j.clineuro.2018.09.0
- 89. Apuzzo ML, Chandrasoma PT, Cohen D, Zee CS, Zelman V.**  
Computed imaging stereotaxy: experience and perspective related to 500 procedures applied to brain masses. *Neurosurgery* 1987;20:930–7.
- 90. Mehmet Ersahin, Numan Karaaslan,**  
Mehmet Sabri Gurbuz and The Safety and Diagnostic Value of Frame-Based and CT-Guided Stereotactic Brain Biopsy Technique *Turkish Neurosurgery* 2011, Vol: 21, No: 4, 582–590
- 91. Aylin Okcu Heper and al** An analysis of stereotactic biopsy of brain tumors and nonneoplastic lesions: a prospective clinicopathologic study *Surgical Neurology* 64 (2005) S2:82–S2:88

## La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech

92. **Se-Yi, Chien-hua, Chien, Ming-His Sun,**  
and al Stereotactic biopsy for brainstem lesion: Comparison of approaches and reports of 10 cases Journal of the Chinese Medical Association 74 (2011) 110e114
93. **Mathon, B., Amelot, A., Mokhtari, K., & Bielle, F.**  
(2019). Increasing the diagnostic yield of stereotactic brain biopsy using intraoperative histological smear. Clinical Neurology and Neurosurgery, 186, 105544. doi:10.1016/j.clineuro.2019.1055
94. **ABDOUL WAHABOU AMADOU MOUSSA APPORT APPORT DE LA STEREOTAXIE DANS LE DIAGNOSTIC ET LE TRAITEMENT DES PROCESSUS INTRACRANIENS DANS LE SERVICE DE NEUROCHIRURGIE DE L'HOPITAL DU MALI 2020/2021**
95. **SajidNazir Bhatti, Shahid Ayub,**  
Ahsan Aurangzeb and al Computerized stereotactic brain biopsies: an experience of 15 patients J Ayub Med Coll Abbottabad 2005; 17
96. **Marcelo Paglioli Ferreira, Nelson Pires Ferreira,,**  
PhD and al hD and al Stereotactic computed tomography-guided brain biopsy: diagnostic yield based on a series of 170 patients Surgical Neurology 65 (2006) S1:27- S1:32
97. **Aylin Okcu Heper and al** An analysis of stereotactic biopsy of brain tumors and nonneoplastic lesions: a prospective clinicopathologic study Surgical Neurology 64 S2:82-S2:88
98. **Ching-Chang Chen,**  
Peng-Wei Hsu and al Stereotactic brain biopsy: Single center retrospective analysis of complications Clinical Neurology and Neurosurgery 111 (2009) 835-839
99. **Weise, L. M., Bruder, M., Eibach, S., Seifert, V., Byhahn, C., Marquardt, G., & Setzer, M.**  
(2013). Efficacy and Safety of Local Versus General Anesthesia in Stereotactic Biopsies. Journal of Neurosurgical Anesthesiology, 25(2), 148-153. doi:10.1097/ana.0b013e318274ce41
100. **Danks RA, Roger SM, Aglio LS, Gugino LD,**  
Black PM Patient tolerance of craniotomy performed with the patient under local anesthesia and monitored conscious sedation. Neurosurgery 1998; 42: 28-34.
101. **Watson R, Leslie K.**  
Nerve blocks versus subcutaneous infiltration for stereotactic frame placement. Anesth Analg 2001 ; 92 :424-7.
102. **Archer DP, Mc Kenna JM, Morin L,**  
Ravussin P Conscious sedation analgesia, during craniotomy for intractable epilepsy: a review of 354 consecutive cases. Can J Anesth 1988 ; 35 : 338-44.
103. **Lanier WL, Hool GJ, Faust RJ, Cucchiara RF,**  
Kelly Sedation for stereotactic headframe application; a randomized comparison of two techniques (2018).



### **La Biopsie stéréotaxique cérébrale : expérience de l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech**

---

104. Chauvet, D. (2015). Place de la biopsie stéréotaxique chez les patients en coma d'origine neurologique. *Réanimation*, 24(5), 522-526. doi:10.1007/s13546-015-1103-1
105. Diagnostic Yield and Complication Rate of Stereotactic Biopsies in Precision Medicine of Gliomas  
doi: 10.3389/fneur.2022.822362
106. **Riche, M., Amelot, A., Peyre, M., Capelle, L., Carpentier, A., & Mathon, B.**  
(2020). Complications after frame-based stereotactic brain biopsy: a systematic review. *Neurosurgical Review*, 44(1), 301-307. doi:10.1007/s10143-019-01234-w 10.1007/s10143-019-01234 on 2020-01-06
107. **Hall, W. A.**  
(1998). The safety and efficacy of stereotactic biopsy for intracranial lesions. *Cancer*, 82(9), 1749-1755. doi:10.1002/(sici)1097-0142(19980501)82:9<1756::aid-cncr23>3.0.co;2-2
108. **Livermore, L. J., Ma, R., Bojanic, S., & Pereira, E. A. C.**  
(2014). Yield and complications of frame-based and frameless stereotactic brain biopsy - The value of intra-operative histological analysis. *British Journal of Neurosurgery*, 28(5), 637-644. doi:10.3109/02688697.2014.88765
109. **Grossman R, Sadetzki S, Spiegelmann R, Ram Z**  
(2005) Haemorrhagic complications and the incidence of asymptomatic bleeding associated with stereotactic brain biopsies. *Acta Neurochir* 147:627-631; discussion 631. <https://doi.org/10.1007/s00701-005-0495-5>
110. **McGirt MJ, Woodworth GF, Coon AL, Frazier JM, Amundson E, Garonzik I, Olivi A, Weingart JD** (2005) Independent predictors of morbidity after image-guided stereotactic brain biopsy: a risk assessment of 270 cases. *J Neurosurg* 102:897-901. <https://doi.org/10.3171/jns.2005.102.5.0897>
111. **Chen C-C, Hsu P-W, Erich Wu T-W, Lee S-T, Chang C-N, Wei K, Chuang C-C, Wu C-T, Lui T-N, Hsu Y-H, Lin T-K, Lee S-C, Huang Y-C**  
(2009) Stereotactic brain biopsy: single center retrospective analysis of complications. *Clin Neurol Neurosurg* 111:835-839. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2009.08.013>
112. **Kongkham PN, Knifed E, Tamber MS,**  
Bernstein M (2008) Complications in 622 cases of frame-based stereotactic biopsy, a decreasing procedure. *Can J Neurol Sci J Can Sci Neurol* 35:79-84
113. **Kulkarni, A. V., Guha, A., Lozano, A., & Bernstein, M.**  
(1998). Incidence of silent hemorrhage and delayed deterioration after stereotactic brain biopsy. *Journal of Neurosurgery*, 89(1), 31-35. doi:10.3171/jns.1998.89.1.003
114. **Kreth FW, Muacevic A, Medele R, Bise K, Meyer T,**  
Reulen HJ (2001) The risk of haemorrhage after image guided stereotactic biopsy of intra-axial brain tumours-a prospective study. *Acta Neurochir* 143:539-545 discussion 545-546
115. **Yamada K, Goto S, Kochi M, Ushio Y**  
(2004) Stereotactic biopsy for multifocal, diffuse, and deep-seated brain tumors using Leksell's system. *J Clin Neurosci* 11:263-267. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2003.03.004>

116. **Woodworth GF, McGirt MJ, Samdani A, Garonzik I, Olivi A,**  
Weingart JD (2006) Frameless image-guided stereotactic brain biopsy procedure: diagnostic yield, surgical morbidity, and comparison with the frame-based technique. *J Neurosurg* 104:233-237. <https://doi.org/10.3171/jns.2006.104.2.233>
117. **Kickingreder,**  
Philipp P Diagnostic Value and Safety of Stereotactic Biopsy for Brainstem Tumors: A Systematic Review and Meta-analysis of 1480 Cases | *Neurosurgery* | Oxford Academic. <https://academic-oup-com.frodon.univ-paris5.fr/neurosurgery/article/72/6/873/2417702>. Accessed 19 Mar (2019)
118. **Weise LM, Bruder M, Eibach S, Seifert V, Byhahn C, Marquardt G,**  
Setzer M (2013) Efficacy and safety of local versus general anesthesia in stereotactic biopsies: a matched-pairs cohort study. *J Neurosurg Anesthesiol* 25:148-153. <https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e318274ce41>
119. **Malone H, Yang J, Hershman DL, Wright JD, Bruce JN,**  
Neugut AI (2015) Complications following stereotactic needle biopsy of intracranial tumors. *World Neurosurg* 84:1084-1089. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.05.025>
120. **Quick-Weller J, Lescher S, Bruder M, Dinc N, Behmanesh B, Seifert V, Weise L, Marquardt G**  
(2016) Stereotactic biopsy of brainstem lesions: 21 years experiences of a single center. *J Neuro-Oncol* 129:243-250. <https://doi.org/10.1007/s11060-016-2166-1>
121. **Hamisch C, Kickingreder P, Fischer M, Simon T, Ruge MI**  
(2017) Update on the diagnostic value and safety of stereotactic biopsy for pediatric brainstem tumors: a systematic review and meta-analysis of 735 cases. *J Neurosurg P*.
122. **Hamisch, C. A., Minartz, J., Blau, T., Hafkemeyer, V., Rueß, D., Hellerbach, A. Ruge, M. I.**  
(2019). Biopsie stéréotaxique basée sur le cadre de structures profondes et médianes dans les procédures 511: faisabilité, profil de risque et rendement diagnostique. *Acta Neurochirurgica*. doi:10.1007/s00701-019-04020-1
123. livre de biopsie stéréotaxique Prof BAALLAL
124. **A. Bouramtane,**  
«L'APPORT DE LA NEURONAVIGATION DANS LA PRISE EN CHARGE DES PATHOLOGIES NEUROCHIRURGICALES: EXPÉRIENCE DU SERVICE DE NEUROCHIRURGIE AU CHU HASSAN-II DE FES», Thèse, Faculté de médecine et pharmacie de Fès, Fès, 2022.
125. **Di Donate, P., Bergery, A., Largilliere, S., & Lemaire, J.**  
(2000). La neuronavigation : principe et intérêt. *ITBM-RBM*, 21(2), 70-77. doi:10.1016/s1297-9562(00)90008-1
126. UN ROBOT, UNE AIDE PRÉCIEUSE À LA NEUROCHIRURGIE AVEC MOINS DE RISQUES ET PLUS DE PRÉCISIONS ( CHU NICE).



## قسم الطبيب

### أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلة وسعي في انقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلا رعايتي الطبية للقريب والبعيد،

للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنى، وأكون أختا لكل زميل في المهنة

الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي،

نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد





كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

أطروحة رقم 374

سنة 2022

## خزعة الدماغ بالتوضيع التجسيمي : تجربة المستشفى العسكري ابن سينا بمراكش

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 20/12/2022

من طرف

**الآنسة راوية ضعوفي**

المزادة في 19 ابريل 1998 بمراكش

**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

**الكلمات الأساسية:**

ورم داخل الجمجمة- خزعة التوضيع التجسيمي - المفراس

**اللجنة**

الرئيس

**س. ايت بن علي**

السيد

أستاذ في جراحة الدماغ و الأعصاب

**ح. بعلال**

السيد

المشرف

أستاذ في جراحة الدماغ و الأعصاب

**ع. أخضار**

السيد

الحكام

أستاذ في جراحة الدماغ و الأعصاب