

## CLINICAL STUDIES / ETUDE CLINIQUES

## LES TUMEURS DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL A ANTANANARIVO MADAGASCAR

## THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM TUMOURS AT ANTANANARIVO MADAGASCAR

TONGAVELONA Adrianna <sup>1</sup>  
 RANDRIANJAFISAMINDRAKOTROKA Ony <sup>2</sup>  
 RAMIANDRASOA Andriamampihantona Lalaoarifetra <sup>3</sup>  
 RAOBELA Léa <sup>2</sup>  
 RATOVONDRAINNY Willy <sup>4</sup>  
 RANDRIANJAFISAMINDRAKOTROKA Nantenaina Soa <sup>1</sup>

1. UPFR d'Anatomie et Cytologie Pathologiques du CHU-JRA Antananarivo Madagascar
2. USFR d'Ophtamologie du CHU-JRA Antananarivo Madagascar
3. Service d'Anatomie pathologie de SALFA Andohalo Antananarivo Madagascar
4. Service de Neurochirurgie de l'Hôpital Militaire de Soavinandriana Antananarivo Madagascar

E-Mail Contact - Adrianna TONGAVELONA : Atongavelona@gmail.com

**Mots-clés :** Fosse postérieure, médulloblastome, méningiomes, tumeurs cérébrales.

**Keywords:** Brain tumors, medulloblastoma, meningiomas, posterior fossa.

## RESUME

Les tumeurs du système nerveux central (SNC) sont longtemps considérées comme exceptionnelles en Afrique, et à Madagascar peu d'études sont effectuées. Notre but a été de décrire les aspects épidémiologique et histo-pathologique des tumeurs cérébrales. Il s'agit d'une étude rétrospective bicentrique de 117 cas de tumeurs du SNC observés à l'Unité Paraclinique de Formation et de Recherche (UPFR) d'Anatomie et Cytologie Pathologiques (ACP) du Centre Hospitalier Universitaire d'Antananarivo – Joseph Ravoahangy Andrianavalona (CHU-JRA), et au laboratoire d'Anatomie pathologique du Sampan'Asa Loterana momban'ny FAhasalamana (SALFA) Andohalo, sur une période de 10 ans, allant de Janvier 2007 à Décembre 2016. Nous avons colligé 117 cas. L'âge moyen de nos patients a été de 37,83 ans avec des extrêmes de 9 mois et 79 ans. Les enfants ont représenté 19,65 % et les adultes 80,35 % des cas. Le sex ratio a été 0,64. Les signes révélateurs sont dominés par l'hypertension intracrânienne (18,8 %) et le syndrome cérébelleux (13,67 %). Les principales localisations ont été la région sus-tentorielle (23,93 %) et la fosse postérieure (18,80 %). Histologiquement, nous avons observés une prédominance des tumeurs bénignes (53,80 %). Les méningiomes ont représenté la majorité des cas (47,86 %), suivies par le médulloblastome (11,17%). Nous n'avons recensé que 117 cas de tumeurs cérébrales sur une période de 10 ans, soit 0,29 % de tous les prélèvements adressés pour examen histologique. L'incidence est estimée à 0,51/100 000 habitants, chiffre nettement au-dessous de celui observé dans les pays développés.

## ABSTRACT

Tumors of the central nervous system have been considered rare in Africa, and in Madagascar few studies have been carried out. Our aim was to describe the epidemiological and histopathological aspects of brain tumors. This was a two centre retrospective study of 117 cases of central nervous system tumors observed at the surgical and cytopathology laboratory of JRA-UHC and SALFA Andohalo, during 10 years, from January 2007 to December 2016. We collected 117 cases. The average age of our patients was 37.83 years with extremes of 9 months and 79 years. Children represented 19.65 % and adults 80.35 % of cases. The sex ratio was 0.64. The presenting signs were predominantly raised intracranial pressure (18.8 %) and cerebellar syndrom (13.67 %). The main localization were the supratentorial area (23.93 %) and the posterior fossa (18.80 %). Histologically, we observed a predominance of benign tumors (53.80 %). Meningiomas accounted for the majority of cases (47.86 %), followed by medulloblastoma (11.17 %). We have identified 117 cases of brain tumors during 10 years, representing 0.29 % of all samples submitted for histological examination. The incidence is estimated at 0.51/100.000 peoples, which is lower compare with developed countries. Meningiomas and medulloblastoma are the most commonly observed tumors.

## INTRODUCTION

Les tumeurs intracrâniennes se définissent comme tout processus expansifs intracrâniens malins ou bénins, primitives ou secondaires qui intéressent la boîte crânienne, les enveloppes ou le parenchyme cérébral (2).

L'incidence des tumeurs cérébrales dans le monde en 2008 est estimée globalement, à partir des registres généraux de cancer, à 3,5 pour 100 000 (taux annuel standardisé) ce qui correspond à 237 913 nouveaux cas par an dans le monde (Ferlay et coll.) (11). Les incidences les plus bas sont enregistrées sur le continent africain (1,4/100 000) et les plus élevées dans les pays européens (5,4/100 000) en particulier en Europe du Nord (7,1/100 000) avec des incidences supérieures à 10/100 000 en Norvège, au Danemark et en Finlande, et en Amérique du Nord (5,6/100 000) (11).

Les tumeurs cérébrales sont révélées le plus souvent dans 03 circonstances : les crises d'épilepsie, l'hypertension intracrânienne et les signes déficitaires focaux (6).

Selon la classification topographique des tumeurs cérébrales, elles peuvent siéger soit au-dessus, soit au-dessous de la tente du cervelet, soit à cheval entre les deux. Ainsi, on distingue: les tumeurs sus-tentorielles (lobes cérébraux, hémisphériques profondes et hémisphériques médianes), les tumeurs sous-tentorielles, les tumeurs à cheval entre les deux étages (13).

La nouvelle classification des tumeurs du système nerveux de l'OMS, basée sur la biologie moléculaire et la génétique de chaque tumeur, est établie en 2016 et quelques sous-types sont ajoutés (16).

Le diagnostic est suspecté à la clinique, à l'imagerie et est confirmé par l'examen anatomo-pathologique.

L'incidence de cette pathologie est restée encore mal connue à Madagascar, motivant l'initiation de ce travail, afin de décrire les aspects épidémiologique et histopathologique des tumeurs primitives cérébrales.

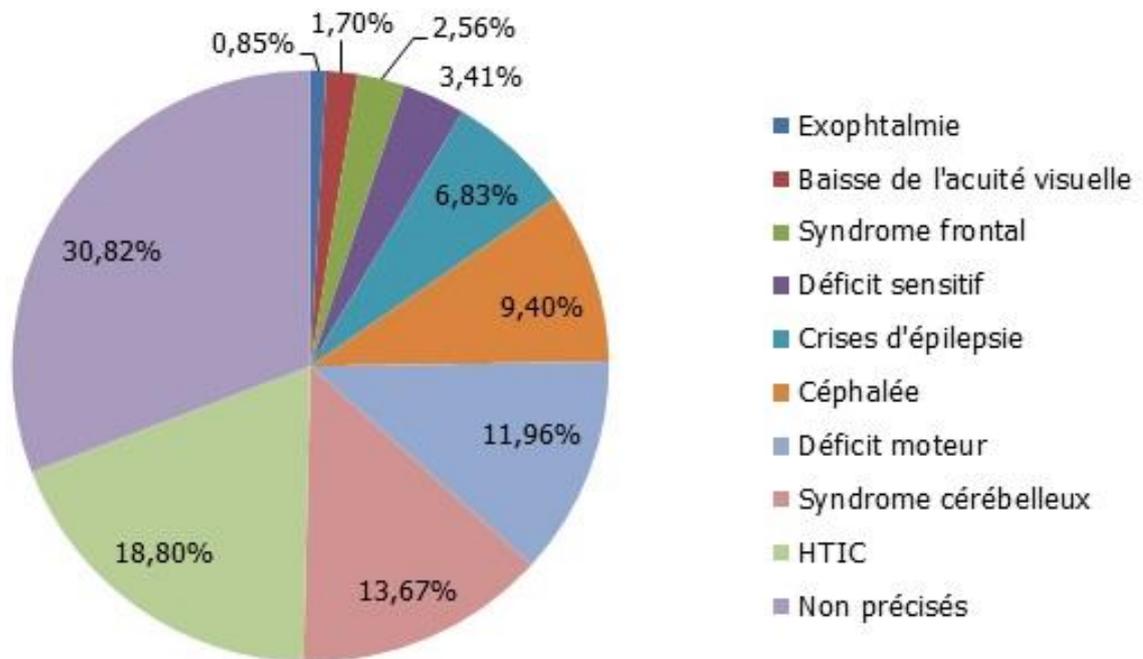
## METHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective bicentrique, de 117 cas de tumeurs du système nerveux central, menée dans 2 laboratoires d'Anatomie Pathologique d'Antananarivo, Madagascar : l'UPFR d'ACP du CHU-JRA, **laboratoire de référence du Ministère de la Santé Publique**, et le laboratoire d'Anatomie pathologique **SALFA** Andohalo, sur une période de 10 ans, allant de Janvier 2007 à Décembre 2016. Nous avons inclus toutes les tumeurs primitives et secondaires de l'enfant (âge inférieur ou égal à 15 ans) et de l'adulte (âge supérieur à 15 ans). Le recueil des données est fait par analyse des dossiers des patients hospitalisés ou non, dont les prélèvements ont fait l'objet d'un examen histologique dans ces 2 laboratoires. Les paramètres étudiés ont été le genre, le sexe, les renseignements cliniques, la topographie et l'histologie. **Une relecture des lames a été faite et la classification utilisée a été celle de l'OMS 2007.**

## RESULTATS

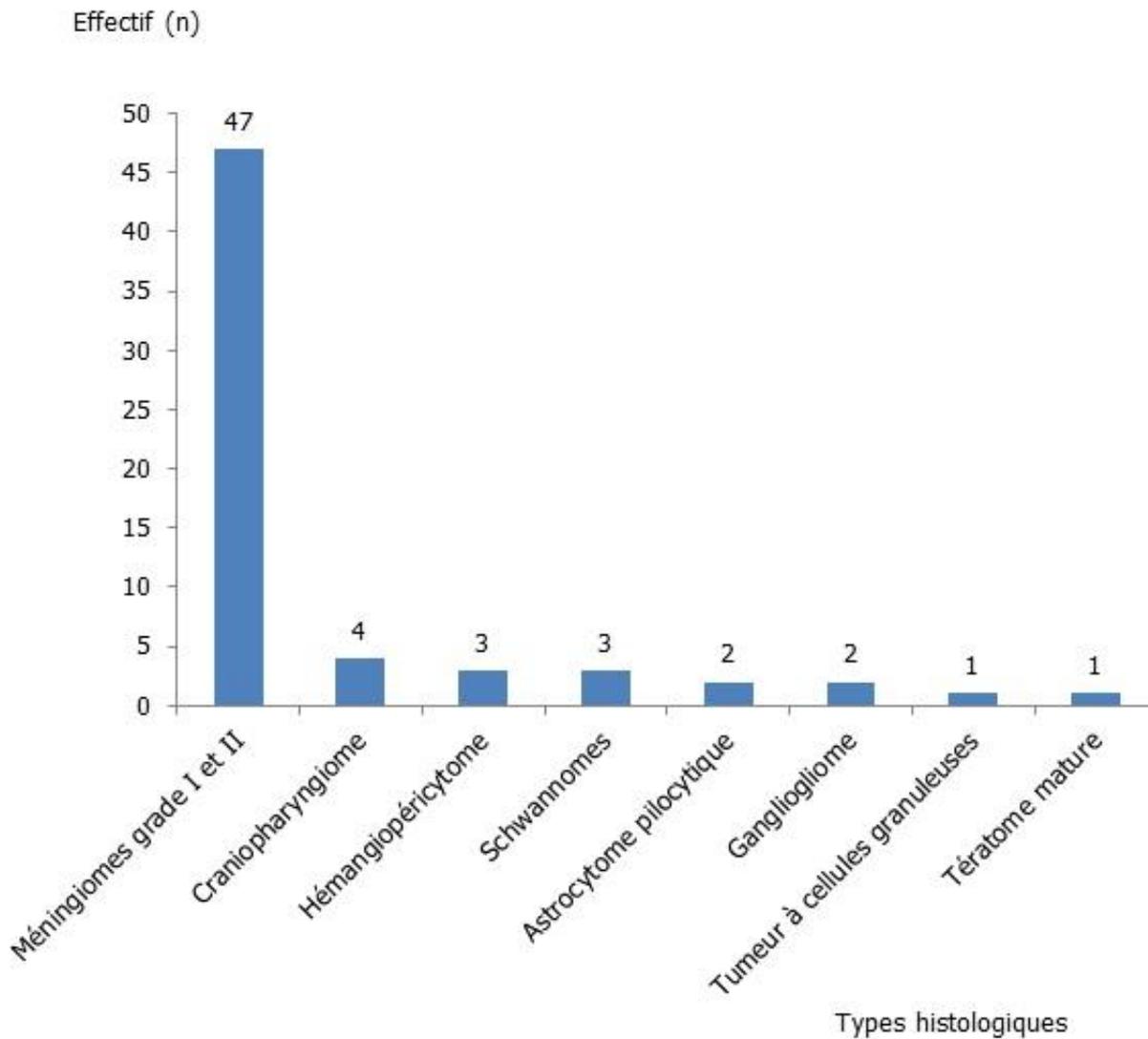
Nous avons colligé 117 cas soit 0,29 % de tous les prélèvements reçus dans ces 2 laboratoires pendant la période d'étude. L'incidence a été de 0,51/100 000 habitants. L'âge moyen de nos patients était de 37,83 ans avec des extrêmes de 9 mois et 79 ans. Le sex ratio était 0,64 soit une prédominance féminine dans 54,33%. La population pédiatrique (âge inférieur ou égal à 15 ans) représentait 19,65 % contre 80,35 % pour les adultes.

Les principaux signes révélateurs ont été l'hypertension intracrânienne (18,8 %), le syndrome cérébelleux (13,67 %) et le déficit moteur (11,96 %). L'exophtalmie a représenté 0,85 % et la baisse de l'acuité visuelle 1,70 %. Aucun renseignement clinique n'est fourni dans 30,82 % des cas (figure 1).

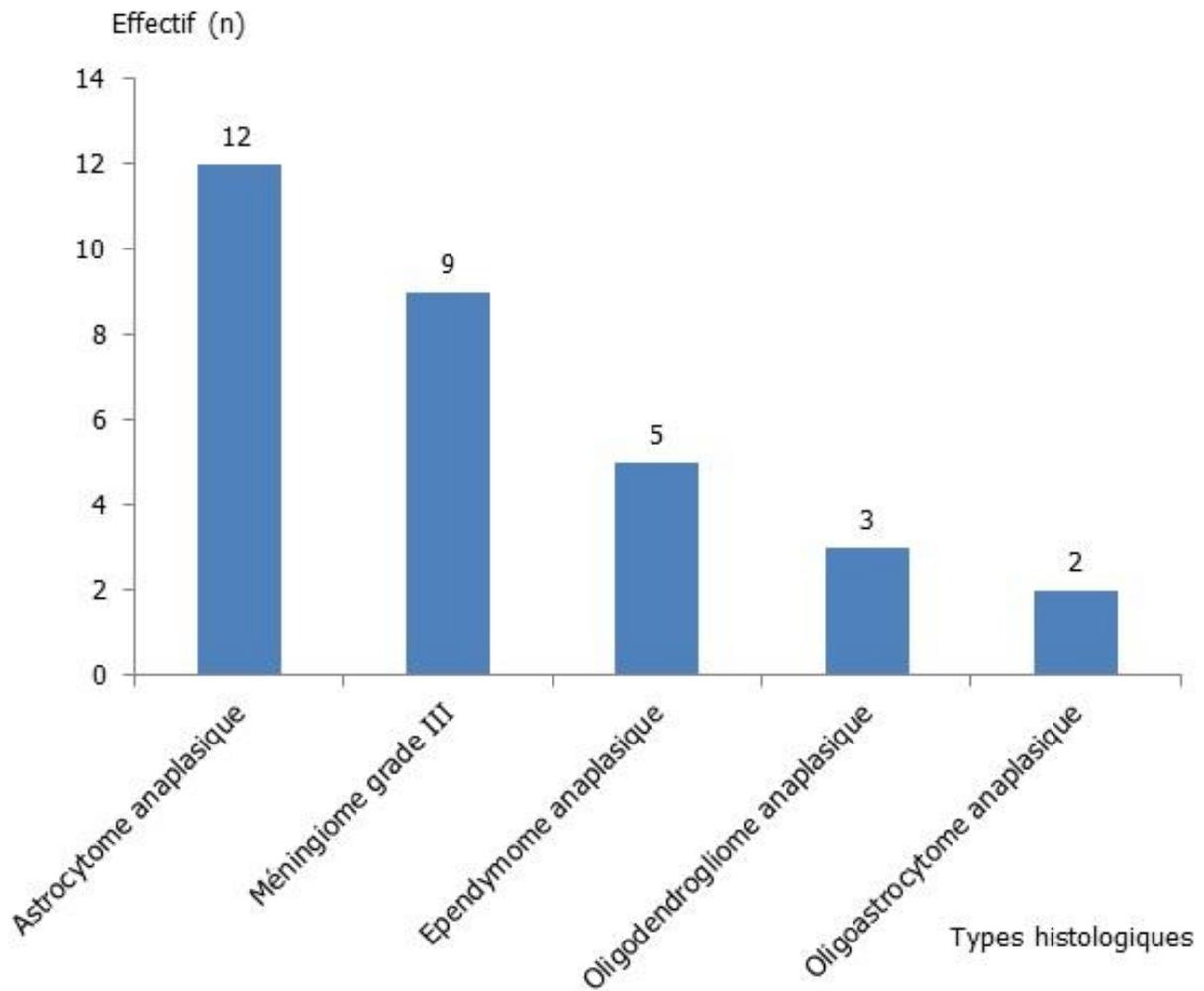
**Figure 01** : Répartition des signes révélateurs selon les renseignements cliniques donnés.

Concernant la topographie, notre étude a montré une prédominance des tumeurs de la région sus-tentorielle (23,93 %), c'est-à-dire 11 cas dans la loge frontale (9,40 %), 9 cas dans la loge pariétale (7,69 %), 5 cas en temporale (4,27 %) et 3 dans l'hypophyse (2,56 %), suivie de la fosse postérieure (22 cas soit 18,80 %). Les tumeurs à cheval sur la région sus et sous-tentorielle ont représentées 3,41 % (4 cas). Le siège du reste des cas n'est pas mentionné.

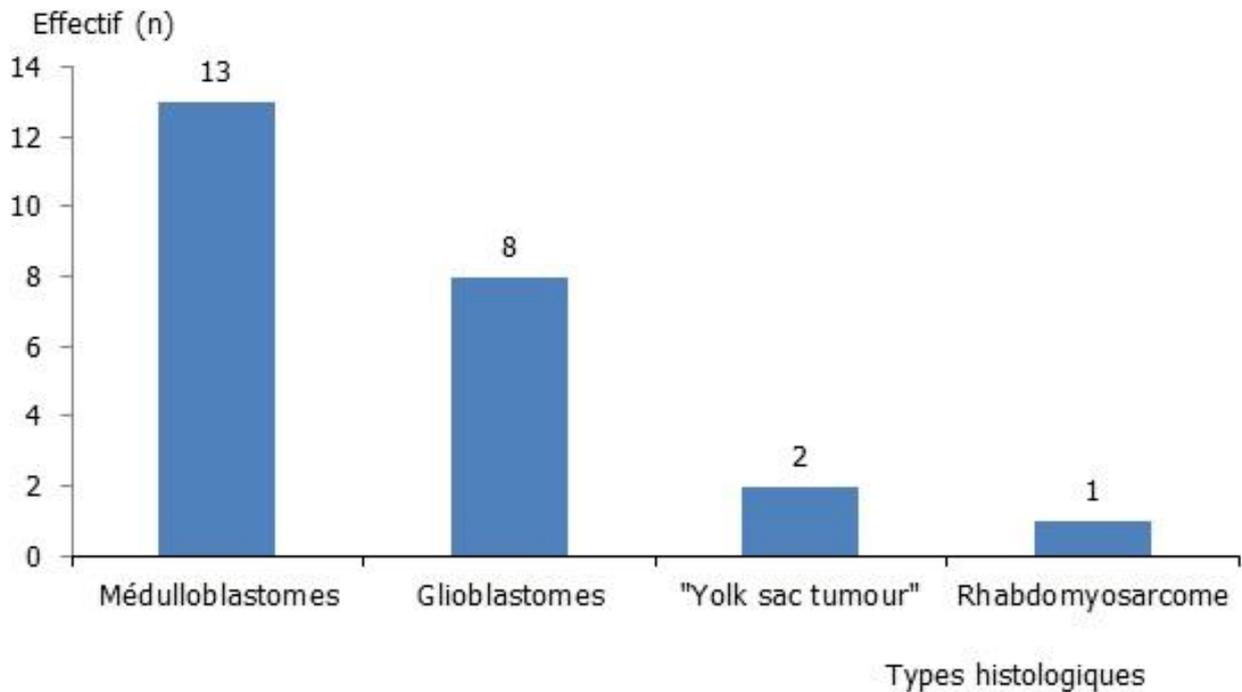
Concernant le type histologique, nous avons observé 53,80 % de tumeurs bénignes (grade I et II) dont 47 méningiomes grade I et II (40,18 %), 4 craniopharyngiome (3,41 %), 3 hémangiopéricytome (2,55 %), 3 schwannomes (2,56 %), 2 astrocytome pilocytique (1,70 %), 2 gangliogliome (1,70 %), une tumeur à cellules granuleuses (0,85 %), et un tératome mature (0,85 %) (figure 2).

**Figure 02** : Répartition selon les types histologiques des tumeurs bénignes

Les tumeurs de malignité intermédiaire ont représenté 25,65 % avec 12 astrocytome anaplasique (10,25 %), 9 méningiome grade III (7,72 %), 5 épendymome anaplasique (4,27 %), 3 oligodendrogliome anaplasique (2,56 %), et un oligoastrocytome anaplasique (0,85 %) (figure 3).

**Figure 03** : Répartition selon les types histologiques des tumeurs de malignité intermédiaire

Les tumeurs malignes ont constitué 20,55 % des cas dont 13 médulloblastomes (11,17 %), 8 glioblastomes (6,83 %), 2 « Yolk sac tumour » (1,70 %), et un rhabdomyosarcome (0,85 %) (figure 4).

**Figure 04 :** Répartition selon les types histologiques des tumeurs malignes**Tableau 1:** Corrélations entre la nature histologique, le sex ratio, et l'âge moyen

Nature	Sex ratio	Age moyen
Tumeurs bénignes	0,38	43,75
Tumeurs de malignité intermédiaire	0,5	34,06
Tumeurs malignes	0,77	32,58

Le tableau 1 montre le sex ratio et l'âge moyen des patients selon la nature histologique des tumeurs. Nous avons noté une prédominance féminine et les âges moyens ont varié de 32 à 43 ans selon la nature histologique (tableau I).

**Tableau 2** : Nature et répartition des tumeurs selon la localisation

Nature de la tumeur	Localisations							Total
	FP	F	P	T	H	2	NP	
<b>Bénignes</b>	9	6	6	3	2	2	35	63
<b>De malignité intermédiaire</b>	5	2	0	2	0	0	21	30
<b>Malignes</b>	8	3	3	0	1	2	7	24
<b>Total</b>	22	11	9	5	3	4	63	117

Le tableau 2 montre la corrélation entre la nature histologique et les différentes localisations.

FP : fosse postérieure

Sus-tentorielle : F : frontale

P : pariétale

T : temporale

H : hypophyse

2 : à cheval sur la région sus et sous-tentorielle

NP : non précisée

## DISCUSSION

- **Epidémiologie**
- **Fréquence**

Concernant la fréquence, l'incidence annuelle des tumeurs intracrâniennes primitives entre 1998 à 2002 en Amérique a été estimée à 14,8/100.000 habitants par an (21). En France, selon Zaouaoui et coll., l'incidence a été de l'ordre de 15/100 000 habitants par an (25). A Madagascar, des études antérieures faites par Mamisoa (18) et Ramarikoto (23) ont trouvé respectivement 25 cas sur une période de 18 mois et 54 cas sur une période de 4 ans. Dans notre étude, nous avons observé 117 cas de tumeurs cérébrales en 10 ans soit une incidence de 0,51/100 000 habitants. Il pourrait s'agir d'un état mais le nombre faible de laboratoire d'Anatomie Pathologique et leurs concentrations dans la capitale, et l'insuffisance de service de neurochirurgie et de diagnostic pourraient en être les causes. Cette faible incidence pourrait être aussi la réticence des patients à rejoindre les centres hospitaliers afin de bénéficier d'une prise en charge diagnostique adéquate, par peur des hôpitaux, et surtout par faute de moyen financier. La neurochirurgie serait encore pour certaines familles un acte coûteux et à risque.

Dans une étude faite au Maroc, les enfants ont représenté 16,72 % et les adultes (83,28 %)(17). Nos résultats se sont rapprochés des données marocaines avec 19,65 % de cas chez l'enfant contre 80,35 % chez l'adulte.

- **Sex ratio**

Certains auteurs n'ont pas signalé de prépondérance de sexe (3,5). Dans d'autres pays, comme en France (25) et au Mali (24), ont trouvé une prédominance masculine respectivement dans 53,3 % et 64,70 % avec un sex ratio de 1,42. D'autres séries ont montré une légère prédominance féminine comme au Japon avec

<http://ajns.paans.org>

50,44 % (20) ou à Madagascar avec 60 % et 52,72 % (18,23). Notre étude rejoint ces derniers avec une prédominance féminine dans 54,33 % soit un sex ratio de 0,64. La prédominance des méningiomes observés surtout chez la femme expliquerait en partie ce résultat.

- **Age moyen**

En France, Zouaoui et coll. ont trouvé que l'âge médian au diagnostic a été de 56 ans et l'âge moyen de 52,3 ans (25). Une étude faite en Espagne a trouvé une moyenne d'âge entre 55 à 64 ans (10). Au Maroc, selon Jalal Massour et coll., l'âge moyen des malades a été de 44 ans (14). Dans la série d'Alexis Thera au Mali, l'âge moyen a été de 30,59 ans (24). Dans notre travail, l'âge moyen de nos patients a été de 37,83 ans.

- **Renseignements cliniques**

A Strasbourg, les signes d'hypertension intracrânienne ont représenté le principal signe d'appel avec 41 % suivi des crises comitiales à 15 % (19). D'après le référentiel national français du collège des Enseignants de la neurochirurgie, la fréquence des signes visuels dans les tumeurs intracrâniennes est liée à celle du syndrome d'HTIC étant donnée le lien de ces signes avec la croissance du processus expansif intracrânien ou avec le blocage des voies d'écoulement du liquide céphalo-spinal. Par ordre décroissant de gravité, ils se manifestent par : une baisse de l'acuité avec flou visuel, puis cécité par atrophie optique (8). Au Maroc selon Alaouch, le maître symptôme est représenté par le signe d'hypertension intracrânien dans 70% des cas (1).

A Madagascar, selon Bemmo, les tumeurs cérébrales se manifestent par des céphalées et des vomissements dans 69,05% des cas, des troubles visuels dans 66,67 % des cas, de baisse d'acuité visuelle (47,62%), des crises convulsives (26,05 %) et de cécité (19,05%)(4). D'après Mamisoa, les troubles ophtalmologiques ont été retrouvés dans 07 cas soit 28% dont 04 cas de baisse de l'acuité visuelle, 02 cas d'hémianopsie bitemporale, et 01 de cécité (18).

Dans notre série, les signes révélateurs sont l'hypertension intracrânienne (18,8 %), le syndrome cérébelleux (13,67 %), le déficit moteur (11,96 %), la baisse de l'acuité visuelle 1,7 % et l'exophtalmie 0,85 %.

- **Localisation**
- **Localisations des tumeurs intracrâniennes sus-tentorielles**

En France, selon Gilbert D (12), les tumeurs frontales occupent 24% de l'ensemble des tumeurs intracrâniennes, les tumeurs temporales 18%, les tumeurs de la région pariétales 6 à 7% et les tumeurs occipitales 2 à 3%.

Dans notre étude, la localisation la plus fréquente a été le lobe frontal (9,40 %), suivie du lobe pariétale (7,69 %), du lobe temporelle (4,27 %) et de l'hypophyse (2,56 %).

- **Localisations sous-tentorielles des tumeurs intracrâniennes**

Bemmo a trouvé une localisation sous-tentorielle de 23% pour les tumeurs cérébrales (4).

Dans notre série, nous avons observé une prédominance des tumeurs de la fosse postérieure dans 18,80% (n=22).

- **Tumeurs à cheval**

Dans notre étude, nous avons observé 4 tumeurs à cheval sur la région sus et sous-tentorielle.

- **Histopathologie**

En Australie (9), Martin Dobes constatait que 58,09 % des tumeurs cérébrales ont été bénignes et 41,90 % malignes. Aux Etats Unis, selon Quinn, les études réalisées en 2010 concernant les tumeurs cérébrales ont montré une prédominance des tumeurs bénignes (22). Nous avons observé une prédominance des tumeurs bénignes (53,80 %), suivie des tumeurs de malignité intermédiaire (25,65%) et des tumeurs malignes (20,55 %).

- **Tumeur bénignes**

Aux Etats Unis, parmi les tumeurs bénignes, les méningiomes ont représenté 35,8 % des cas (15). En France, Zouaoui et coll. ont constaté que les tumeurs bénignes étaient surtout représentées par les méningiomes (25). Au Mali, Alexis Thera a retrouvé dans leur série d'étude que le méningiome représentait la majorité des cas de tumeur bénigne (24). Au Maroc selon Alaouch et coll., les tumeurs bénignes sont surtout dominées par les méningiomes (23,5%) (1). Notre résultat corrobore ces constats.

Nous avons observé 53,80 % de tumeurs bénignes (grade I et II) dont 47 méningiomes grade I et II (40,18 %), 4 craniopharyngiomes (3,41 %), 3 hémangiopéricytomes (2,55 %), 3 schwannomes (2,56 %), 2 astrocytomes pilocytiques (1,70 %), 2 gangliogliomes (1,70 %), une tumeur à cellules granuleuses (0,85 %), et un tératome mature (0,85 %).

- **Tumeurs de malignité intermédiaire**

Dans notre série, les tumeurs de malignité intermédiaire ont représenté 25,65 % avec 12 astrocytome anaplasique (10,25 %), 9 méningiome grade III (7,72 %), 5 épendymome anaplasique (4,27 %), 3 oligodendrogliome anaplasique (2,56 %), et un oligoastrocytome anaplasique (0,85 %).

- **Tumeurs malignes**

Aux Etat-Unis, selon Quinn, les tumeurs malignes cérébrales sont surtout représentées par le glioblastome dans 42,5 % (22). En France, selon Cohadon, les tumeurs primitives cérébrales ont occupé plus de 80% de l'ensemble des tumeurs intracrâniennes et sont surtout représentées par le gliome (7). Au Mali selon Alexis Thera, le gliome a représenté la majorité des cas de tumeurs malignes, soit 16 % de toutes les tumeurs cérébrales confondues (24). Au Maroc, le glioblastome a représenté 18 % des tumeurs intracrâniennes (1).

Dans notre série à Madagascar, les tumeurs malignes ont constitué 20,55% des cas dont 13 médulloblastomes (11,17 %), 8 glioblastomes (6,83 %), 2 «Yolk sac tumour» (1,70 %), et un rhabdomyosarcome (0,85 %).

## CONCLUSION

Nous avons recensé 117 cas de tumeurs cérébrales sur une période de 10 ans soit 0,29 % de tous les prélèvements avec une fréquence de 0,51/100 000 habitants, contrairement aux pays industrialisés où la fréquence est plus élevée. L'âge moyen de nos patients a été plus jeunes (37,83 ans). Nous avons noté une prédominance féminine et les adultes sont les plus touchés. Les tumeurs méningées ont été observées plus fréquemment chez les femmes. Chez l'enfant, les tumeurs de la fosse postérieure ont prédominé, et sont représentées par le médulloblastome. Les tumeurs du tronc cérébral ne figurent dans notre série car ces tumeurs n'ont pas été opérées. Nous avons pu mettre en évidence la fréquence des tumeurs à cheval sur la région sus et sous-tentorielle ainsi que la répartition des tumeurs à malignité intermédiaire qui sont rarement discutées.

## CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont contribué à cet article et ont lu et approuvé la version finale de ce manuscrit.

<http://ajns.paans.org>

## REFERENCES

1. ALAOUCH. Les tumeurs cérébrales. Maroc Pan Afr J. 2002.
2. ALEX P. Clinical study about brain tumor behaviour. Boston Press Med. 2006. 20: 40-8.
3. ANNE V, JACQUES P. Tumeurs du système nerveux central: classifications histologiques et topographiques, épidémiologie. Neurol Medico-chirurgica. Paris : Elsevier, 1997 :1-20.
4. BEMMO ARMEL. Etude épidémiologique des tumeurs intracrâniennes à propos de 42 cas [Thèse de Doctorat d'Université, Médecine Humaine]. Antananarivo: Université d'Antananarivo, Faculté de Médecine; 2006.
5. BERNARD I. Parties: Gliomes, stratégies de diagnostic de traitement et de surveillance. <http://www.onco-paysdelaloire.asso.fr/pro/medias/neurorefgliomes.pdf>, 2006.
6. BOUTILLIER B, OUTREQUIN G. Le cerveau. <http://www.anatomiehumaine.com>, 2006.
7. COHADON F. Physiopathologies des tumeurs intracrâniennes. Tumor associated epilepsy. Neurosurg Focus 2009; 27 E4: 45-61.
8. COLLEGE DES ENSEIGNANTS DE NEUROLOGIE. Tumeurs intracrâniennes. Référentiel National- Collège des Enseignants de Neurologie, 2002. <http://www.univ-rouen.fr/servlt/com.univ.utils>.
9. DOBES M, SHADBOLT B, KHURANA G. A multicenter study of primary brain tumor incidence in Australia. Neuro Oncol (Engl). 2011; 13 (7):783-90.
10. ETXEBERRIA J, SAN ROMÁN E, BURGUI R, GUEVARA M, MORENO-IRIBAS C, URBINA MJ. Brain and Central Nervous System Cancer Incidence in Navarre (Spain), 1973-2008 and Projections for 2014. J Cancer 2015; 6(2):177-83.
11. FERLAY J, SHIN HR, BRAY F, FORMAN D, MATHERS C, PARKIN DM. GLOBOCAN 2008 v1.2, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC Cancer Base No. 10 [Internet]. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2010b. Accessible à: <http://globocan.iarc.fr>, accès le 14/12/2011.
12. GILBERT D. Tumeurs cérébrales. Sauramps médical, 1996: 189-270.
13. GRAY F, POIRIER J. Neuropathologie des tumeurs intracrâniennes. Neurochirurgie. Paris : Ellipses, 1997: 84-93.
14. JALAL M. Les tumeurs cérébrales opérées au CHU Mohamed VI de Marrakech à propos de 148 cas. Casablanca: Université Hassan II, Faculté de Médecine et de Pharmacie, 2004.
15. KURAIJU J, SHIOY U. Epidemiological study of primary intracranial tumors. Acta Neurol. 1997;63:116 – 18.
16. LOUIS DN, PERRY A, REIFENBERGER G, VON DEIMLING A, FIGARELLA-BRANGER D, CAVENEE WK, OHGAKI H, WIESTLER OD, KLEIHUES P, ELLISON DW. World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System. Acta Neuropathol 2016 Jun;131(6):803-20
17. MADHI EL, ZENTAR A, EL AZZOUZI M, EL KHAMLICHI A. Profil épidémiologique descriptif des tumeurs du système nerveux central à propos de 903 cas (1983-1992). Médecine du Maghreb. 1996, N°59.
18. NATAF N, EMERY E, KHERLI P. Étude multicentrique neurochirurgicale de métastases cérébrales. France: Services de neurochirurgie: centre hospitalier Sainte-Anne Paris; hôpital Beaujon; hôpital de Haute Pierre Strasbourg; Hôpital Pontchaillou. 1999.
19. NOMURA E, AKIKO I, HIDEAKI T. Trends in the Incidence of Primary Intracranial Tumors in Osaka, Japan. Jpn J Clin Oncol. 2011;41(2)291– 4.
20. OSTROM QT, GITTLEMAN H, FARAH P, ONDRACEK A, CHEN Y, WOLINSKY Y. Primary brain and central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2006–2010. J Neuro Oncol. 2013.
21. QUINN TO, GITTLEMAN H, FARAH P, ONDRACEK A, CHEN Y, WOLINSKY Y. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Central Nervous System Tumors diagnosed in the United States in 2006-2010. Neuro-Oncology. 2013;15:ii1–ii56.
22. ZOUAOUI, RIGEAU V, MATHIEU-DAUDE H, DARLIX A, BESSAOUD F, FABBRO-PERAY P. Recensement national histologique des tumeurs primitives du système nerveux central: résultats généraux sur 40 000 cas, principales applications actuelles et perspectives. France: Maloine ; 2012.