



**APPORT DE LA TOMODENSITOMETRIE DANS LE DIAGNOSTIC ET LA PRISE EN CHARGE DES TRAUMATISMES CRANIO-ENCEPHALIQUES DE L'ENFANT AU CNHU-HKM DE COTONOU**

**YEKPE AHOUSOU Patricia<sup>1-2\*</sup>, ADJADOHOUN SBMG<sup>1-2</sup>, ALIHONOU Thierry<sup>2-3</sup>, GANDONOU Tatiana<sup>1</sup>, NGAMO DGM<sup>1</sup>, SAVI de TOVE KM<sup>4</sup>, BIAOU Olivier<sup>1-2</sup>, BOCO Vicentia<sup>1-2</sup>**

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Abomey-Calavi, (Cotonou, BENIN)

<sup>2</sup> Service d'Imagerie Médicale, Centre National Hospitalier Universitaire, (Cotonou, BENIN)

<sup>3</sup> Service de Chirurgie, Centre Hospitalier Universitaire Départemental Ouémé Plateau, (Porto-Novo, BENIN)

<sup>4</sup> Service de Radiologie, Faculté de Médecine de Parakou, Université de Parakou, (Parakou, BENIN)

**Auteur correspondant :** YEKPE AHOUSOU Patricia Service de Radiologie et d'Imagerie Médicale du CNHU/HKM de Cotonou, 01BP386 Cotonou, Email : yfrida\_pat@yahoo.fr Tel : 00 229 95426981

## RÉSUMÉ

**Introduction :** Le traumatisme crânio-encéphalique de l'enfant est un grave problème de santé publique. L'objectif de ce travail était d'étudier l'intérêt de la TDM dans le diagnostic et la prise en charge des traumatismes crânio-encéphaliques chez l'enfant au CNHU-HKM. **Matériels et Méthodes :** Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive et analytique, à collecte rétrospective allant de janvier 2017 à juin 2019. Elle s'est déroulée au CNHU-HKM de Cotonou. Ont été inclus les dossiers d'enfants de 0 à 16 ans ayant eu un TCE au cours de la période d'étude. **Résultats :** Ont été colligés 155 dossiers d'enfants ayant eu un TCE. L'âge moyen était de 7,1+/- 4,7 ans. Le sexe masculin était prédominant avec une sex-ratio de 1,21. La principale étiologie était l'accident de la voie publique (71,6%). Il s'agissait d'un TCE bénin chez 41,9%, grave chez 33,5%. La tomodensitométrie avait été réalisée chez 108 patients soit 69,7%. Le scanner était pathologique dans 87,04%. Les lésions du scalp étaient retrouvées dans 81,48%. Les lésions osseuses représentaient 55,56% et étaient des fractures simples dans 58,30%. Les lésions péri-cérébrales étaient observées dans 50 % des lésions crânio-encéphaliques et étaient dominées par l'hémorragie méningée (26,85%). Les principales lésions cérébrales étaient la contusion oedémato-hémorragique (20%) et l'œdème cérébral (22,61%). Il existait une association lésionnelle dans 62,04% des cas. La perte de connaissance secondaire, le coma d'emblée, le score de Glasgow inférieur à 8, le déficit moteur et le TCE Masters 3 étaient les facteurs associés à un scanner pathologique. **Conclusion :** Le scanner est un outil performant pour faire un bilan lésionnel complet en cas de TCE chez l'enfant. Cependant il est important de bien poser l'indication afin d'amoindrir de façon significative, les risques d'irradiation inutile

**Mots clés :** TCE, enfant, scanner, CNHU-HKM

## ABSTRACT

**Introduction:** Child head injury is a serious public health problem. The objective of this work was to study the interest of CT in the diagnosis and management of head and brain injuries in children at the CNHU-HKM. **Materials and Method:** This was a descriptive and analytical cross-sectional study with retrospective data's collection during the period from January 2017 to June 2019. It took place at the CNHU-HKM of Cotonou and included 155 children's records. **Results:** The average age was 7,1+/- 4,7 years. The male sex predominated with a sex ratio of 1.21. The main etiology was accident on public road (71.6). The predominant functional sign was impaired consciousness (81.9). It was minor head injury in 41,9% of patients and severe in 33,5%. According to Masters, 7.1% belonged to the group 1, 38.1% to the group 2 and 54.8% to group 3. The CT scan was performed by 108 patients or about 69,7%. It was pathological in 87,04%. Scalp lesions represented 81,48%. Bone lesions represented 55,56% and was simple fractures in 58,30%. Pericerebral lesion represented 50% and was dominated by arachnoid haemorrhages (26,85%). The main brain lesions were cerebral contusion (20%) and brain swelling (22,61%). These lesions were associated in 62,04% of cases. A second scanner had been performed in 1,94% of patients. The treatment was medico-surgical in 7,8%. Mortality was 6,5%. There are some factors associated with pathological CT: secondary loss of consciousness, right away coma, Glasgow coma scale less than 8, motor deficit and head injury Masters 3. **Conclusion:** The scanner is an effective tool allowing to make a complete lesional assessment in the event of EHT in children. However, it is important to correctly establish the indication, in order to significantly reduce the risks of unnecessary irradiation

**Keys words:** head injury, pediatric, CT, CNHU-HKM

## INTRODUCTION

Les traumatismes crâno-encéphaliques (TCE) sont un grave problème de santé publique car ils constituent l'une des principales causes de handicap chez les individus de moins de 20 ans et la première cause mortalité et de morbidité chez l'enfant. [1,2]. Le diagnostic lésionnel des TCE repose sur l'imagerie notamment la tomodensitométrie. Toutefois, cet examen reste encore peu accessible à certains en Afrique notamment au Bénin [3]. Le présent travail a pour but d'étudier l'apport de la tomodensitométrie (TDM) dans le diagnostic et la prise en charge des TCE chez l'enfant au CNHU-HKM de Cotonou.

## MATERIELS ET METHODES

Il s'est agi d'une étude transversale descriptive et analytique à collecte rétrospective. L'étude a couvert une période de trente (30) mois allant du 1er janvier 2017 au 30 juin 2019 et s'est déroulée dans les cliniques universitaires de chirurgie pédiatrique et d'anesthésie-réanimation du CNHU-HKM. Ont été inclus, au cours de la période d'étude, tous les dossiers d'enfants âgés de 16 ans au plus, victime d'un TCE et ayant réalisé ou non un scanner cérébral interprété par un médecin radiologue. Les données épidémiologiques, cliniques (les circonstances et le mécanisme de survenue du traumatisme, les éléments de l'examen physique, les critères de Masters) et les données de la TDM (le délai de réalisation, les lésions crâno-encéphaliques) étaient les variables étudiées. Le traitement et l'analyse des données ont été réalisés avec le Microsoft Office Excel 2013®. L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel SPSS 25. Le seuil de significativité admis est de 5%.

## RESULTATS

### Données épidémiologiques

Sur une période de 6 mois nous avons colligé 155 dossiers. L'âge moyen était de 7,1± 4,7 ans avec des extrêmes de 1 mois et 16 ans. La tranche d'âge la plus touchée était celle de 72 mois à 144 mois. Le sexe masculin était prédominant avec 85 garçons (54,80 %) et de 70 filles (45,20 %) soit une sex-ratio garçon pour fille de 1,2. La principale cause retrouvée était les accidents de la voie publique avec une fréquence de 71,6%.

### Données cliniques

Le mécanisme de survenue le plus fréquent était le choc direct avec une fréquence de 47,1%. L'altération de la conscience était retrouvée dans 81,9% des cas. La perte de connaissance initiale était présente dans 39,4% des cas, le coma d'emblée dans 33,5% des cas. La perte de connaissance secondaire avait été

notée chez 9% des patients. La classification du TCE selon les critères de Masters avait été précisée dans 99 dossiers soit 63,90% des cas. Dans notre échantillon, 54,80% des patients appartenaient au groupe 3 de Masters.

### Données tomodensitométriques

#### Délai de réalisation du scanner

Un scanner avait été réalisé chez 108 patients soit 69,7%. La réalisation du scanner était conforme à l'indication selon Masters dans 97,22% des cas. Le scanner avait été réalisé en moyenne 1,83 jour ±2,030. Le délai variait entre moins de 24h et 15 jours, avec une médiane de 2jours.

#### Résultat du scanner

Le scanner était normal chez 12,96% des patients et pathologique chez 87,04%.

#### Lésions du scalp et atteinte osseuse

Les lésions du scalp étaient retrouvées dans 81,48% des cas. Il s'agissait des hématomes sous-cutanés chez 72,73% et des hématomes sous-galéaux dans 27,27% des cas. Les atteintes osseuses du crâne illustré en figure 1, étaient retrouvées dans 55,56% des cas. Les fractures simples étaient les lésions osseuses prédominantes et représentaient 58,30%. La région pariétale était la plus touchée et retrouvée dans 31,67% des cas.

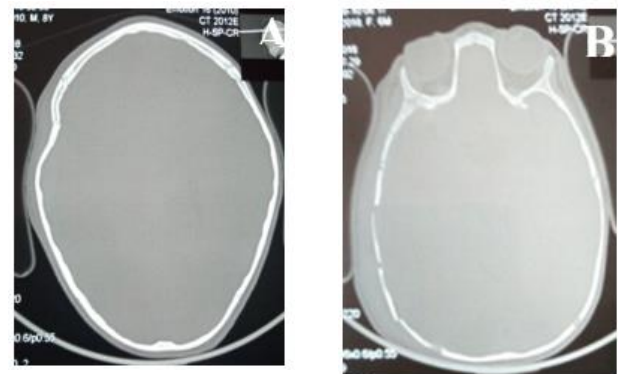


Figure 1 : scanner cérébrale avec reconstruction en fenêtre osseuse en coupe axiale :

(A) Embarrure fronto-pariétale droite chez un enfant de 8 ans après un AVP ;

(B) Fractures multifocales temporales droites chez nourrisson de 6 mois, à la suite d'un accident domestique,

### Lésions péri-cérébrales

Les lésions péri-cérébrales représentaient 50% des lésions crâno-encéphaliques. La lésion péri-cérébrale la plus fréquente était l'hémorragie méningée observée dans 26,85% des cas suivie de l'hématome extra-dural (HED) dans 12,96 % et de l'hématome sous-dural

(HSD) dans 20,37%. Ils siégeaient principalement en région pariétale (43,48% et 31,25% respectivement). Les figures 2 et 3 illustrent leurs aspects scanographiques.

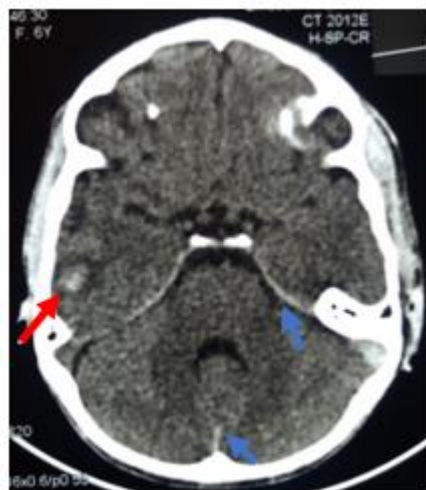


Figure 2 : scanner cérébral en coupe axiale fenêtré parenchymateuse  
Hématome aigu intra-parenchymateux temporo-pariétal droit (flèche rouge), petit HSD aigu de la tente du cervelet gauche et de la faux du cerveau (flèche bleue)



Figure 3 : scanner cérébral en coupe axiale en fenêtré parenchymateuse, collection péri-cérébrale en lentille biconvexe : hématome extradural pariétal gauche (flèche rouge)

### Lésions cérébrales

La figure 4 montre la répartition des patients selon le type de lésions cérébrales. L'œdème cérébral était présent dans 24,10% des cas. Il était diffus dans la moitié des cas. L'hématome cérébral (figure 2) était le plus souvent retrouvé en région frontale (33,33%) suivie

de la région temporale (19,05%). Le siège le plus souvent retrouvé dans les cas de contusion oedémato-hémorragique était la région pariétale (26,08%), suivie de la région frontale (17,39%)

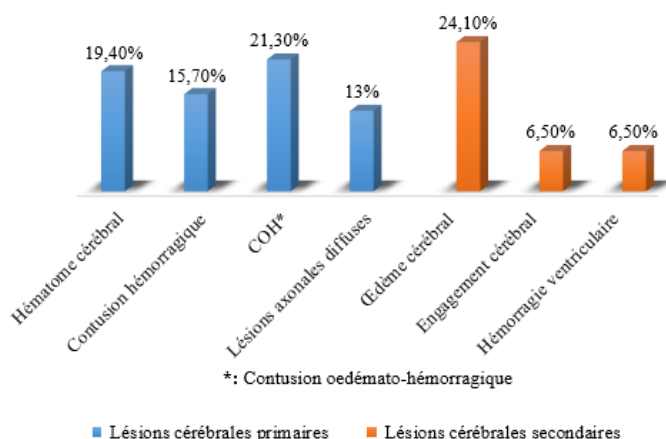


Figure 4 : Répartition des patients TCE selon les lésions cérébrales

### Corrélation radio-clinique

#### Association entre altération de la conscience et les lésions tomодensitométriques

#### Association entre la perte de connaissance initiale et les lésions tomодensitométriques

Dans notre étude, la prévalence de PCI chez les patients ayant un scanner normal était plus élevée que chez ceux qui ont un scanner pathologique. Cette différence de répartition était statistiquement significative ( $p=0,037$ ), comme le montre le tableau I. Par contre, il n'existait pas de relation statistiquement significative entre la notion de PCI et l'existence des différentes lésions crânio-encéphaliques.

Tableau I : Relation entre la notion de PCI et le résultat du scanner.

	PCI		p-value
	Oui	Non	
Scanner normal			
Oui	8(57,1%)	6(42,9%)	<b>0,037*</b>
Non	27(29%)	66(71%)	

\*: statistiquement significatif

#### Association entre la perte de connaissance secondaire (PCS) et les lésions tomодensitométriques

La prévalence de scanners pathologiques était élevée aussi bien chez les patients avec ou sans PCS (perte de connaissance secondaire). Il n'a pas été retrouvé une relation statistiquement significative entre la notion de PCS et la normalité ou non du scanner ( $p=0,123$ ). Il n'a pas, non plus été objectivé de relation entre la

notion de PCS et les lésions osseuses ( $p=1$ ). Nous avons retrouvé une différence de répartition de la PCS dans les populations des patients qui avaient un hématome extra-dural et ceux qui n'en avaient pas. En effet la prévalence de PCS était plus élevée chez les patients ayant eu un HED au scanner que chez les patients n'ayant pas eu. Mais cette différence n'était pas statistiquement significative ( $p=0,052$ ).

#### Association entre le coma d'emblée et les lésions tomodynamométriques

Il existait une relation statistiquement significative entre la notion de coma d'emblée et l'existence d'une anomalie au scanner ainsi qu'avec l'existence d'un œdème cérébral ( $p=0,003$ , et  $0,01$ , respectivement) comme l'illustre le tableau II.

Tableau II : Relation entre la notion de coma d'emblée et les résultats du scanner.

	Coma d'emblée		p-value
	Oui	Non	
<b>Scanner normal</b>			
Oui	1(7,1%)	13(92,9%)	0,003*
Non	46(49,5%)	47(50,5%)	
<b>Lésions osseuses</b>			
Oui	30(50%)	30(50%)	1
Non	16(48,5%)	17(51,5%)	
<b>Hématome extra-dural</b>			
Oui	10(45,5%)	12(55,5%)	0,808
Non	36(50,7%)	35(49,3%)	
<b>Hématome sous dural</b>			
Oui	6(46,2%)	7(53,8%)	1
Non	40(50,5%)	40(50,5%)	
<b>Hémorragie méningée</b>			
Oui	16(55,2%)	13(44,8%)	0,507
Non	30(46,9%)	34(53,1%)	
<b>Hématome cérébral</b>			
Oui	14(66,7%)	7(33,3%)	0,087
Non	32(44,4%)	40(55,6%)	
<b>Contusion hémorragique</b>			
Oui	7(41,2%)	10(58,8%)	0,593
Non	39(51,3%)	37(48,7%)	
<b>Contusion oedémato-hémorragique</b>			
Oui	6(26,1%)	17(73,9%)	0,797
Non	21(30%)	49(70%)	
<b>Hémorragie ventriculaire</b>			
Oui	4(57,1%)	3(42,9%)	0,71
Non	42(48,8%)	44(51,2%)	
<b>Œdème cérébral</b>			
Oui	18(72%)	7(28%)	0,01*
Non	28(41,2%)	40(58,8%)	

\*: statistiquement significatif

#### Scanner et critères de masters

La prévalence de scanners pathologiques était plus élevée que celle de scanners normaux dans les groupes 2 et 3 de Masters avec une différence statistiquement significative ( $p=0,004$ ).

#### DISCUSSION

##### Données épidémiologie

Dans notre étude, l'âge moyen était de  $7,1 \pm 4,7$  ans avec des extrêmes de 1 mois et 192 mois (16ans) et une médiane de 7 ans. Ce résultat est proche de ceux de Bahloul et al [4] en Tunisie qui avaient observé un âge moyen de  $7,54 \pm 3,8$  années et Kpelao et al [5] à Dakar (7,5 ans).

Les enfants de 6 à 12 ans étaient les plus vulnérables. En effet, dans cette tranche d'âge, l'enfant atteint une certaine autonomie et prend beaucoup de risques (traverser la route, jouer dans les rues) n'ayant pas vraiment conscience du danger. Aussi, il s'agit de l'âge de scolarisation, où l'enfant aventurier s'adonne à des jeux

dangereux. Hode et al, dans leur étude trouvaient que les enfants de 2 à 5 ans étaient les plus touchés [3].

La prédominance était masculine avec un sex-ratio homme pour femme de 1,21. Ce résultat concorde avec les données de la littérature où une prédominance masculine est systématiquement retrouvée quelle que soit la tranche d'âge [5,6]. Toutes ces études s'accordent sur le fait que cette nette prédominance s'expliquerait par la turbulence du garçon, et par son comportement aventurier et explorateur, et surtout à l'âge de la scolarité, ou les filles passent leur temps libre à la maison en plus de leur comportement calme.

#### **Diagnostic tomodensitométrique**

Le scanner avait été réalisé chez 108 patients soit 69,7%. Ce taux est nettement supérieur à celui trouvé par HODE et al en 2014 dans le même centre [3]. Cette différence peut s'expliquer par l'augmentation du revenu par habitant et du salaire minimum inter professionnel garanti (SMIG) de 2014 à notre période d'étude, et l'expansion des systèmes d'assurance maladie rendant moins onéreuse la prise en charge hospitalière. Le taux de réalisation du scanner en Tunisie selon Bahloul et al (2008) était de 48,98%, un taux inférieur au notre. Cette différence s'explique par le fait que les indications du scanner dans leur étude étaient orientées par le score de Glasgow (6 +/-1,5 en moyenne) et l'injury severity score (ISS) de 28,2 en moyenne [4], scores inférieurs aux scores de nos patients.

#### **Lésions osseuses**

Les atteintes osseuses du crâne étaient retrouvées dans 55,56% des cas. Ce taux est supérieur à celui trouvé par Bahloul et al (43,2%) [4] mais inférieur à ceux de Hassen et al (73,9 %) [7]. Cette variance s'explique par le mécanisme lésionnel ; dans notre série le choc indirect lors des AVP étaient prédominant contrairement à Hassen qui retrouvait un choc direct par chute domestique avec réception sur la tête la première. La figure 6 illustre des lésions osseuses de la voûte dans la population étudiée.

#### **Lésions péri-cérébrales**

L'hémorragie méningée ou hémorragie sous-arachnoïdienne (HSA) était la première lésion péri-cérébrale de notre étude (26,8%). Mendy [6], en 2014 et Toure [9], en 2017 au Sénégal, retrouvaient un taux plus bas dans leurs différentes études concernant les TCE de l'enfant, respectivement 8,3% et 10,7%, la classant 2e et 3e lésion péri-cérébrale.

L'HED (figure 3) représente 25 % de tous les hématomes intra-crâniens dans la population pédiatrique et réalise la situation d'urgence neurochirurgicale par excellence [8]. Dans notre série, 20,37% des patients avaient présenté un HED. Ce résultat est comparable à celui rapporté par la littérature [4,6] ; en effet, les HED sont le plus souvent retrouvés au niveau des régions pariéto-temporales, où la voûte est mince et fragile, où il existe de nombreux vaisseaux méningés, et où la dure-mère est décollable (zone décollable de Gérard-Marchand) [8].

#### **Corrélation radio-clinique**

L'analyse statistique de la relation entre la PCI et les lésions au scanner nous a montré que la perte de connaissance initiale à elle seule, ne constituait pas un facteur prédictif de lésion au scanner. Donc, la simple notion de PCI ne suffit pas pour prédire l'existence de lésions crâniennes au scanner.

Le scanner était plus fréquemment anormal chez les patients ayant eu un coma d'emblée. Mais il convient de préciser qu'il est difficile d'affirmer qu'il n'y a aucune lésion cérébrale chez les patients avec un scanner cérébral normal, et ayant présenté un coma d'emblée. Des lésions cérébrales comme les lésions axonales diffuses peuvent passer inaperçues au scanner ; l'IRM n'étant pratiquement jamais faite en urgence.

Le coma d'emblée était aussi fortement liée ( $p=0,01$ ) à l'existence d'un œdème cérébral au scanner. Nous pouvons donc penser que le coma d'emblée est un facteur prédictif d'un scanner pathologique. Mais, il est important de préciser que cette comparaison n'est pas aussi directe parce que l'œdème cérébral n'est qu'une conséquence des lésions cérébrales primaires. L'altération de la conscience post-traumatique est d'abord directement liée aux interruptions axonales. L'œdème cérébral ne vient donc que pour entretenir l'altération de la conscience déjà installée. Elle se constitue aux environs de la 3e heure (œdème ischémique) et son étendue est maximale entre la 24e et la 48e heure post-traumatique [10]. Puisque la plupart des patients vont réaliser le scanner après la 24e heure, cette relation statistiquement significative s'explique.

Quant à la PCS, elle paraissait plus fréquente en cas d'HED au scanner. Même si la différence de répartition de la PCS dans les deux populations (scanner normal et pathologique) n'était pas statistiquement significative ( $p=0,052$ ). Ce résultat est proche des données de la littérature ; la perte de connaissance secondaire étant un signe en faveur de l'hématome extra-dural ; ceci

étant dû au fait que l'hématome extra-dural est une lésion secondaire, la constitution de l'hématome étant progressive après le traumatisme. La durée de l'intervalle libre est donc fonction de la vitesse de constitution de l'hématome

#### **Association entre le diagnostic selon Masters et l'existence de lésions au scanner**

Nous avons noté qu'il existait une liaison entre le diagnostic de Masters et le résultat du scanner ( $p=0,004$ ). Les patients TCE Masters 3 présentaient plus fréquemment de lésions au scanner que les patients Masters 1 et 2. Néanmoins le faible effectif de notre échantillon constitue un biais qui ne permettrait d'affirmer statistiquement qu'un patient classé TCE Masters 2 a plus de chance d'avoir une anomalie au scanner qu'un patient TCE Masters 1 et celui d'un Masters 3. Il convient également de préciser que dans la population des TCE Masters 1 ayant quand même bénéficié d'un scanner, celui-ci était pathologique dans 50% des cas (1 cas/2). Aussi, la prévalence du scanner normal dans la population des TCE Masters 2 était de 27,27%, fréquence non négligeable tenant compte de la radio-nuisance. La classification de Masters présente donc, elle aussi, ses limites en cas de TCE bénin ou léger, Masters 1 ou 2, quant à l'indication du scanner.

#### **CONCLUSION**

Au terme de cette étude, nous avons noté que les TCE de l'enfant touchent le plus souvent les enfants de 6 à 12 ans et en majorité les garçons. Le scanner cérébral a permis de faire le diagnostic précis des lésions crânio-encéphaliques. Mais, il est important d'établir un consensus ou un arbre décisionnel quant à ses indications devant un TCE bénin à modéré ou classé Masters 1 ou 2, pour limiter les irradiations non nécessaires et les dépenses évitables.

#### **Conflit d'intérêt**

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

#### **REFERENCES**

1. LOPEZ-GUERRERO A, MARTINEZ LAGE J, GONZALEZ TORTOSA J, ALMAGRO M, GARCIA-MARTINEZ S, REYES S. Pediatric crushing head injury: biomechanics and clinical features of an uncommon type of craniocerebral trauma. *Childs Nerv Syst ChNS Off J Int Soc Pediatr Neurosurg.* 2012;28(12):2033-40.
2. HAWLEY CA, WARD AB, LONG J, OWEN DW. Prevalence of traumatic brain injury amongst children admitted to hospital in one health district: a population-based study. *injury.* 2003;34:256-60.
3. HODE L L. Prise en charge des traumatismes crânio-encéphaliques chez les enfants à Cotonou. *AJNS.* 2016 ;35(6):55-65.
4. BAHLOUL M, BEN HAMIDA C, CHELLY H, CHAARI A , KALLEL H , DAMMAK H , REKIK N , BAHLOUL K , BEN MAHFOUDH K , HACHICHA M , BOUAZIZ M. Severe head injury among children: prognostic factors and outcome. *Injury.* 2009 May; 40(5):535-40.
5. KPELAO E. Traumatismes crâniens graves de l'enfant : prise en charge et pronostic à court terme à Dakar. *R.A.M.U.R.* 2013;18 (2) :1-6
6. TOURE Mouhamadou, DIOP Abdoulaye, LY Mamadou, KIKWAKA Jerry K, AKPO Léa G, Nfally B, et al. Traumatisme crânio-encéphalique (TCE) de l'enfant : aspects tomodensitométriques à propos de 298 cas au CHNU FANN (Dakar). *J Afr Imag Méd* 2017; 9(4):140-147.
7. HASSEN A. F., ZAYANI M. C., FRIAA M., TRIFA M., KHALIFA B. S. Épidémiologie du Traumatisme Crânien à l'Hôpital d'Enfants de Tunis au cours de l'année 2007. *La Tunisie Médicale* 2012; 90 (1): 25 – 30.
8. MARSHALL LF, MARSHALL SB, KLAUBER MR, et al. The diagnosis of head injury requires a classification based on computed axial tomography. *J Neuro trauma* 1992 ;9:287–92.
9. MENDY J. Traumatismes crâniens graves de l'enfant : prise en charge et pronostic à court terme à Dakar (Sénégal). *Rev Afr Anesthesiol Med URGENCE RAMUR.* 2014 ;19:57-61.
10. PAYEN JF, FAUVAGE B, LAVAGNE P, FALCON D. Traitement de l'œdème cérébral. In: *Conférences d'actualisation 43e congrès national d'anesthésie et de réanimation [Internet]. Éditions scientifiques et médicale. France: ELSEVIER / MASSON; 2001 [cité 23 févr 2020]. p. 651-76. (SFAR). Disponible sur: [http://jpmis2.free.fr/Divers/SFAR\\_2006/ca01/](http://jpmis2.free.fr/Divers/SFAR_2006/ca01/).*