

# Profil bactériologique et sensibilité aux Antibiotiques des Infections de Plaies par balle chez les Blessés de Guerre à l'Hôpital Militaire de Goma

TUUPFIKANE FAIDA Nelson\*  
NDAYISENGA CIMANA Etienne\*\*  
MUPOLE RUBUNGA Paulin\*\*\*  
KALINDI MASUDI Cleophas\*\*\*\*

## Résumé

Les blessures balistiques subies en zones de guerre sont fréquemment compliquées par des infections bactériennes, contribuant significativement à la morbidité et au retard de cicatrisation.

La présente étude vise à déterminer les espèces bactériennes impliquées dans les infections de plaies balistiques et leurs profils de résistance aux antibiotiques à l'Hôpital Militaire Régional de Goma.

Une étude prospective menée auprès de 80 patients blessés par balles admis entre juillet et décembre 2024. Des prélèvements de plaies ont été réalisés, soumis à une coloration de Gram, une culture, et des tests de sensibilité aux antibiotiques selon la méthode de diffusion sur disque. Les données ont été analysées avec SPSS V23 et Microsoft Excel.

Sur les 80 échantillons prélevés, 62,5 % ont montré une croissance bactérienne. Les bactéries à Gram positif étaient légèrement plus fréquentes (56 %) que les Gram négatif (44 %). Les germes les plus incriminés étaient *Staphylococcus aureus* (40 %), *Proteus mirabilis* (24 %),

---

\* Etudiant en Master en Science de Santé / Biologie Médicale/ Microbiologie clinique à l'**Institut Supérieur des Techniques Médicales – ISTM – de Goma** et Etudiant en Master en Science de Santé, Biologie Médicale/ Immuno-hématologie et Transfusion à l'**Institut d'Enseignement des Sciences Appliquées – INES (University of Applied Science) – Ruhengeri au Rwanda** ; Assistant clinique et Biologiste Médicale de l'**Université de Goma** ; Assistant à l'**Université des Martyrs du Congo – UNIM – à Goma en RD Congo**, E-mail : [faidanelson@gmail.com](mailto:faidanelson@gmail.com), Téléphone : +243 97 4 55 00 53.

\*\* Master en Biologie Médicale / Microbiologie et Assistant à l'**Institut Supérieur des Techniques Médicales – ISTM – de Goma**, en RD Congo, E-mail : [etiennendayisengacy@gmail.com](mailto:etiennendayisengacy@gmail.com).

\*\*\* Licencié en Biologie Médicale à l'**Institut Supérieur des Techniques Médicales – ISTM – de Goma**, en RD Congo et Assistant à l'**Institut Supérieur de Pêche de Goma, ISPÊ-Goma**, en RD Congo, E-mail : [paulainrubunga@gmail.com](mailto:paulainrubunga@gmail.com).

\*\*\*\* Etudiant en Master, Science de Santé / Biologie Médicale, Immuno-hématologie et Transfusion à l'**Institut d'Enseignement des Sciences Appliquées – INES (University of Applied Science) – Ruhengeri au Rwanda**, E-mail : [kalindimasudi1986@gmail.com](mailto:kalindimasudi1986@gmail.com).

et *Citrobacter freundii* (20 %). Les tests du chi carré ont montré une relation significative entre les espèces bactériennes et le site de l'infection ( $p < 0,05$ ), ainsi qu'entre l'utilisation d'antibiotiques et le statut infectieux ( $p < 0,05$ ).

Ainsi, les plaies balistiques présentent un risque élevé d'infection, en particulier avec des bacilles à Gram négatif. Ces résultats soulignent la nécessité de lignes directrices pour le traitement empirique et d'une meilleure gestion des antibiotiques dans les hôpitaux militaires.

**Mots-clés :** Plaies par balle, infection, Bactéries à Gram négatif.

### **Abstract**

Ballistic injuries sustained in war zones are frequently complicated by bacterial infections, significantly contributing to morbidity and delayed wound healing.

To identify the bacterial species involved in ballistic wound infections and their antibiotic resistance profiles at the Regional Military Hospital of Goma.

A prospective study was conducted on 80 gunshot-injured patients admitted between July and December 2024. Wound swabs were collected and subjected to Gram staining, culture, and antibiotic susceptibility testing using the disk diffusion method. Data were analyzed using SPSS V23 and Microsoft Excel.

Of the 80 samples collected, 62.5% showed bacterial growth. Gram-negative bacteria were slightly more frequent (56%) than Gram-positive ones (44%). The most common isolated were *Staphylococcus aureus* (40%), *Proteus mirabilis* (24%), and *Citrobacter freundii* (20%). Chi-square tests showed a significant relationship between bacterial species and infection site ( $p < 0.05$ ), as well as between antibiotic use and infection status ( $p < 0.05$ ).

As Ballistic wounds carry a high risk of infection, particularly with Gram-negative bacilli. These findings highlight the need for guidelines on empirical treatment and improved antibiotic management in military hospitals.

**Keywords:** Ballistic wounds, Infection, Gram-negative bacteria.

## **I. Introduction**

Le traumatisme balistique, notamment en zones de conflit représente un défi particulier en raison des taux élevés d'infection secondaire. Les plaies par balle, causées par des projectiles

d'armes à feu, présentent un risque élevé d'infection. Les statistiques montrent qu'une proportion significative de ces plaies, souvent un quart, développent une infection, avec des complications comme l'ostéomyélite dans de nombreux cas. Les bactéries les plus fréquemment retrouvées dans ces infections sont *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, et *Escherichia coli*. L'émergence de germes multirésistants complique davantage la prise en charge (Creusefond, P. et al. 2019 et L. Fabeck, 2021).

Aux États-Unis, environ 100 000 blessés et 30 000 décès sont recensés chaque année. Il s'agit d'un enjeu de santé publique qui a causé 1 million de décès en 50 ans en raison des armes à feu (Théra Thioukany David<sup>1</sup>, 2024).

En Afrique, les guerres civiles, les actes terroristes sont les causes principales de traumatismes balistiques. Au Cameroun, la situation sécuritaire précaire a entraîné un grand nombre de blessés par balles. Une étude a rapporté que 6,4 % de blessés de guerre en zone d'insécurité à l'Extrême Nord du Cameroun présentait des traumatismes oculo-palpébraux (Daghfous A, et al. 2015 ; Koki G, 2018).

Le traumatisme balistique est la conséquence de la pénétration dans l'organisme d'un projectile : Balle, plomb, fragment métallique provenant de l'enveloppe ou du contenu d'un engin explosif (Grenade, mine, obus, bombe etc...). Les traumatismes par armes à feu constituent un réel problème de santé publique dans plusieurs pays surtout ceux en voie de développement. Ils ont connu ces dernières années une recrudescence, liée à l'augmentation de la criminalité par les armes à feu, la détention illégale et incontrôlée des armes à feu, les conflits armés et intercommunautaires, la guerre contre les terroristes (M. Soumaïla SAGARA, 2018).

Les infections sont les complications connues, attendues, des plaies dues à un traumatisme

Balistique, et participent à la morbi-mortalité de celui-ci. Le mythe de la stérilisation des balles par le coup de feu a été démenti par de nombreuses études. En effet, celles-ci transfèrent bactéries et débris dans la plaie, créant une contamination. Les projectiles peuvent

causer des fractures, et le degré d'énergie transférée est souvent la cause d'une comminution importante, compliquant significativement la prise en charge opératoire et l'évolution de ces plaies (Chloé Creusefond., 2018 ; Khechimi, M., & Maalla, R., 2015).

La mortalité globale des traumatismes pénétrants en préhospitalier est de 15 % (6 % par arme blanche et 32 % par arme à feu). À l'hôpital, elle est évaluée à 8 %, respectivement 2 % et 16 % pour arme blanche et arme à feu (Fabeck, L et al. ; 2017).

Les lésions dépendent du type d'arme. Dans notre pays, les traumatismes pénétrants sont essentiellement causés par les armes blanches. Les lésions par arme à feu sont classiquement plus graves que les lésions par arme blanche. Une arme blanche est une arme dont la lame, mue uniquement par la main de l'homme, perfore ou tranche. Certains objets peuvent devenir des armes blanches « par l'usage » (tournevis,...). Les lésions observées sont liées à la taille et au tranchant de l'agent pénétrant, à l'énergie déployée et aux éléments anatomiques intéressés (Sanogo S, et al. 2022 ; Breeze J, 2019 ; Peleg M, Sawatari Y., 2010).

Les plaies par armes à feu représentent un ensemble très hétérogène, compte tenu de la variété des types d'armes. En règle générale, les plaies par arme à feu sont plus graves que les plaies par armes blanches. Les lésions entraînées par un projectile (profil lésionnel) dépendent de nombreux facteurs (Koutora B, 2019).

La présente étude a pour objectif de déterminer les espèces bactériennes impliquées dans les infections de plaies par balle et leur profil de résistance aux antibiotiques à l'Hôpital Militaire Régional de Goma.

## **II. Méthodologie**

La présente étude est de type analytique-prospective. Elle porte sur une population de 80 patients présentant des plaies par balle admis à l'HMR Goma entre juillet et décembre 2024. La présence de plaies par balle ouvertes, âge  $\geq 18$  ans, consentement éclairé ont été le critère d'inclusion, le critère d'exclusion se voulant être pris en compte face aux patients avec plaies cicatrisées ou ayant reçu des antibiotiques pendant plus de 5 jours avant admission.

En termes de procédure, des écouvillons ont été prélevés de manière aseptique et cultivés sur les milieux MacConkey, EMB et gélose au sang. L'identification a été faite par coloration de

Gram et tests biochimiques standards. La sensibilité aux antibiotiques a été testée selon la méthode de Kirby-Bauer.

L'analyse statistique, plus particulièrement les tests du chi carré, ont été réalisés avec SPSS V23, seuil de significativité  $p < 0,05$ .

### III. Résultats

Durant la période d'étude, de 80 cas de plaies de traumatismes par balle prélevés, il a été constaté que 50 cas présentaient une infection soit une fréquence de 56,52%. La tranche d'âge la plus représentée était située entre 18 et 28 ans avec 28 cas soit 60,0%. Les bactéries Grams positifs ont été nombreuses dans 28 cas soit 56,0% et les bactéries Grams négatifs étaient moins nombreux dans 22 cas soit 44,0%.

*Tableau1. Présentation des résultats positifs selon la tranche d'âge*

Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
18-28 ans	48	60,0%
29-40 ans	22	27,5%
Plus 40	10	12,5%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

Parmi les 80 patients blessés par balle auprès de qui l'étude est menée, la tranche d'âge la plus représentée est située entre 18 et 28 ans avec 28 cas soit 60,0% ; suivie de la tranche d'âge située entre 29-40 ans.

*Tableau2. Fréquence de pousse des échantillons mis en culture.*

Fréquence	Effectif	Pourcentage
Présence de pousses	50	62,5%
Absence de pousses (stérile)	30	37,5%
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

Au vu du Tableau1, les infections bactériennes post-balistiques représentent 50 cas soit 62,5%.

Tableau3. Présentation des résultats positifs selon la coloration gram

Gram	Effectif (n=50)	Pourcentage
<b>Bacteries Gram Négatif</b>	<b>22</b>	<b>44,0%</b>
<i>Proteus mirabilis</i>	12	24,0
<i>Citrobacter freundii</i>	10	20,0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6	12,0
<b>Bacteries Gram Positif</b>	<b>28</b>	<b>56,0%</b>
<i>Staphylococcus aureus</i>	20	40,0
<i>Streptococcus pyogenes</i>	2	4,0

Il ressort que les bactéries grams positifs ont été nombreuses dans 28 cas soit 56,0% et les bactéries grams négatifs étaient moins nombreux dans 22 cas soit 44,0%. *Staphylococcus aureus* a été le germe le plus isolé dans 20 cas soit 40,0% suivi de *proteus mirabilis* avec 12 cas soit 24%

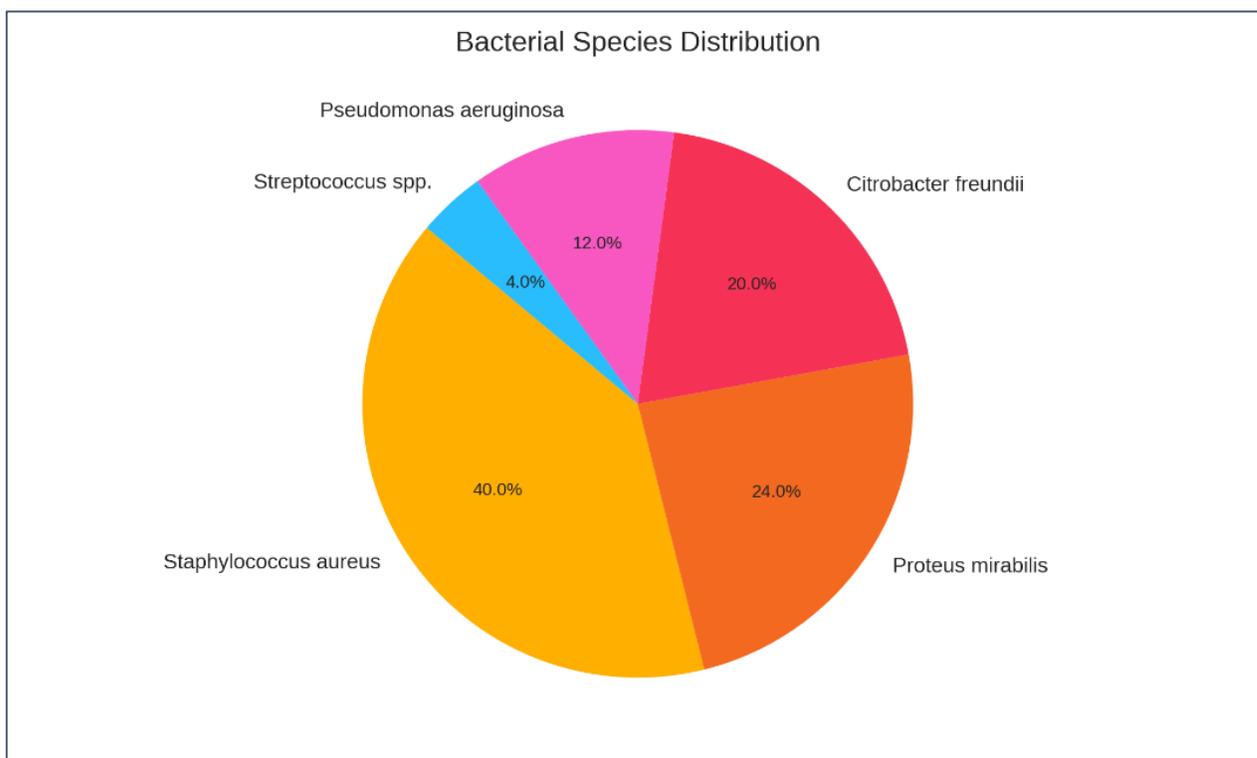


Figure 1. Distribution des germes isolés

## 2. Analyses multivariées

**Tableau4. Tableau croisé Traitement reçu avant les analyses\* Culture**

Traitement reçu avant les analyses	Culture	
	Négatif	Positif
Ceftriaxone+Metro	5(16,66%)	0(0,00%)
Ceftriaxone+Genta	15(50,0%)	26(52,0%)
Pénicilline procaïne +Gentamycine	9(30,0%)	17(34,0%)
Tazexe+Metronidazol	1(3,34%)	7(14,0%)
<b>Total</b>	<b>30(100,0%)</b>	<b>50(100,0)</b>
<b>Khi2=44,057<sup>a</sup></b>	<b>Ddl=4</b>	<b>P-value=,000</b>

De ce tableau, il ressort que le traitement reçu avant les analyses par rapport à la culture pour le Ceftriaxone et métró étaient de 5 négatifs soit 16,66% contre 0 positif, suivi de Ceftriaxone et Gentamicine qui avaient 15 soit 50% négatif contre 26 soit 52% positif, ensuite Pénicilline procaïne +Gentamycine qui avaient 9 soit 30% négatif contre 17 soit 34,0% positifs et enfin tazexe et métronidazole qui avaient aussi 1 soit 3,34% négatif contre 7 soit 14,0% positifs. La valeur statistique de Khi-deux est 44,057 et la probabilité associée à la statistique de Khi-deux ou la signification asymptotique (bilatérale) est de 0,000 qui est inférieure à 0,05 ; donc nous acceptons l'hypothèse nulle selon laquelle il y a dépendance entre le traitement reçu avant les analyses et la Culture.

Tableau5. Tableau croisé Germe isolés et ATB utilisé

	ATB						Total
	Gentamicine	Amoxiciline	Ceftriaxone	Acide lavone	Lythroci ne	Métrone idazole	
<i>P. mirabilis</i>	3(16,66%)	0(16,66%)	22(16,66%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	25(16,6%)
<i>P. aeruginosa</i>	0(0,0%)	3(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	3(0,0%)
<i>C. freundii</i>	21(0,0%)	0(0,0%)	3(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	24(0,0%)
<i>S aureus</i>	0(0,0%)	19(0,0%)	0(0,0%)	3(0,0%)	0(0,0%)	3(0,0%)	25(0,0%)
<i>S.pyogenes.</i>	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	3(0,0%)	0(0,0%)	3(0,0%)
Total	24(0,0%)	22(0,0%)	25(0,0%)	3(0,0%)	3(0,0%)	3(0,0%)	80(0,0%)
<b>Khi-deux=93,003</b>			<b>dll= 16</b>		<b>P-value= 0,000</b>		

A travers ces résultats, il s'observe que le traitement et le germe isolé sont les méthodes fiables dans le diagnostic des infections bactériennes parce que leurs scores sont équilibrés. La signification P-value =0,000<0,05, cela veut dire qu'il existe une relation entre les germes isolés et les antibiotiques utilisés.

#### IV. Discussion

Des 80 patients auprès desquels l'étude est menée, il ressort que la tranche d'âge la plus représentée est située entre 18 et 28 ans avec 28 cas soit 60,0%. Les résultats de cette étude sont comparables à ceux de Lassine LY et par Koné N. (Koné N. 2013 ; A. Daghfous, et al. 2013) qui ont trouvé majoritairement la tranche d'âge de 21 à 30 ans dans 61% des cas. Ceci s'expliquerait par le fait que l'homme atteint le seuil de sa force physique et morale à cet âge et plus actif dans des conflits qui peuvent être armés, aussi les hommes sont plus nombreux dans l'armée régulière et les groupes armés que les femmes.

L'étude observe une infection élevée causée par une prédominance des bactéries à Gram positif. La prédominance des bactéries à Gram positif, notamment *staphylococcus aureus*,

est conforme aux tendances mondiales observées dans les infections de plaies de guerre. Les profils de résistance observés, notamment à l'ampicilline et à la tétracycline, soulignent l'importance d'actualiser les protocoles de traitement empirique. Les résultats de cette étude sont également comparables à ceux trouvés par des autres chercheurs (Chloé Creusefond, 2018 ; Seng P et al., 2017 ; Donnally CJ et al., 2018 ; Alvis-Miranda HR, et al. 2015), qui sont parvenus aux conclusions selon lesquelles, 38% des cas étaient causés par des bacilles Gram négatif dont *Escherichia coli* (19%), *Pseudomonas aeruginosa* (10%), 38% des cas par des staphylocoques dont *Staphylococcus aureus* (24%), des *Staphylococcus coagulase-négative* (14%), 14% des cas par des streptocoques, 10% par des entérocoques, 5% par des champignons et levures (*Candida* spp. (5%) et 19% par des anaérobies. Le signification P-value =0,000<0,05, cela veut dire qu'il existe une relation entre les germes isolés et les antibiotiques utilisés.

L'antibiothérapie la plus utilisée en temps de guerre reste la classique association pénicilline G-métronidazole. Son efficacité sur les germes les plus dangereux à court terme, Clostridium et streptocoques responsables des cellulites, fasciites et myonécroses précoces est excellente. Mais son spectre étroit fait qu'elle est insuffisante lorsqu'il existe une plaie digestive et qu'elle favorise l'émergence secondaire des bactéries contaminants insensibles (staphylocoques, pyocyaniques). L'utilisation de produits à plus large spectre et à demi-vie plus longue a été essayée lors de différents conflits

Cette étude confirme que les plaies balistiques sont fortement exposées aux infections, en particulier par des germes à Gram Positif. La surveillance régulière, l'usage rationnel des antibiotiques et l'actualisation des protocoles thérapeutiques sont essentiels. Des études de suivi à long terme sont recommandées pour évaluer les résultats cliniques.

Cependant, la présente étude révèle plusieurs limites. Premièrement, la taille de l'échantillon était relativement petite et limitée à un seul hôpital militaire, ce qui peut réduire la généralisation des résultats à d'autres zones de conflit ou contextes civils. Deuxièmement, les méthodes moléculaires pour l'identification des agents pathogènes et la détection des gènes de résistance n'ont pas été utilisées en raison de contraintes de ressources, ce qui a pu limiter la profondeur de la caractérisation microbiologique. Enfin, les résultats cliniques des

patients après le traitement antibiotique n'ont pas été suivis, ce qui aurait permis de mieux comprendre l'efficacité clinique.

## **Références**

1. Creusefond, P. Seng, H. Savini, F. Simon, B. Blondel, M. Ollivier, R. Legré La prise en charge des infections des plaies par arme à feu dans les hôpitaux universitaires civils et un hôpital d'instruction des armées, A. Stein IHU Méditerrané Infection, CHU La Timone, Marseille, France, 2019
2. L. Fabeck, N. Hock, J. Goffin et W. Ngatchou : Notions de balistique et prise en charge des plaies par balle au niveau des membres : Service d'Orthopédie, C.H.U. Saint-Pierre, Division spéciale, Ecole Royale Militaire, Ingénieur balisticien, Ressources matérielles, La Défense, Service des Urgences et de Chirurgie cardiaque, C.H.U. Saint-Pierre, ULB,2021
3. Théra Thioukany David<sup>1</sup>, Koné Mory, Fofana Youssouf, Guindo Aly Abdoulaye, Sidibé Lamine, Traoré Bréhima, Guindo Oumar, Coulibaly Modibo, Cissé Dramane : Prise en Charge des Plaies Balistiques des Parties Molles MaxilloFaciales en Milieu de Crise Sécuritaire à Mopti (Mali), 2024
4. Daghfous A, Bouzaïdi K, Abdelkefi M, Rebai l'imagerie dans la prise en charge initiale des traumatismes balistiques. Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle 2015 ; 96 S113-S123
5. Koki G, Aboubakar H, Biangoup P, Noa G, palpébraux en zone d'insécurité à l'Extrême Nord du Cameroun. Health Sci. Dis. 2018 ; 19 (4) Suppl 1 : 30-3.
6. M. Soumaïla SAGARA prise en charge des traumatismes Balistiques a l'hôpital somine Dolo de mopti ; Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie ; 2021 ; Thèse médicale page 2.
7. Chloé Creusefond. La prise en charge des infections des plaies par arme à feu dans les hôpitaux universitaires civils et un hôpital d'instruction des armées, à Marseille. Sciences du Vivant [q-bio].2018. dumas-02090120

8. Khechimi, M., & Maalla, R. (2015). Particularités des traumatismes balistiques au niveau des membres – à propos de 12 cas. *Chir de la Main* ; 34(6) : 387.
9. Fabeck, L., Hock, N., Goffine, J., & Ngatchou, W. (2017). Notions de balistique et prise en charge des plaies par balle au niveau des membres. *Rev Med Brux* ; 38 : 474-81.
10. Sanogo S, Kouma A, Cissé I, Guindo I, Diarra O, Traoré O, et al. Profil épidémiologique et tomodensitométrie des fractures maxillo-faciales post-traumatiques à Mopti au Mali. *Pan Afr Med J.* 2022 9
11. Breeze J, Bowley DM, Combes JG, Baden J, Rickard RF, DuBose J, et al. Facial injury management undertaken at US and UK medical treatment facilities during the Iraq and Afghanistan conflicts: a retrospective cohort study. *BMJ Open.* 25 nov 2019; 9(11):e033557
12. Peleg M, Sawatari Y. Prise en charge des blessures par balle à la mandibule. *J Craniofac Surg* 2010 ; 21:1252–6.
13. Koutora B, Amavi K, Akpoto Y, Damessane L, Akala-Yoba G, Agbogawo M, et al. Traumatismes Balistiques en Zone Opérationnelle: Expérience de l’Hôpital Niveau 2 Togo de Kidal. *Eur Sci J ESJ.* 31 oct 2019;15
14. Ly Lassine. Blessés de guerre les aspects épidémiocliniques et thérapeutiques des blessés de guerre dans le service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique au CHU du Pr Bocar Sidi Sall de Kati. Thèse de médecine FMOS ; Bamako ; 2018
15. Koné N. Aspects épidémio-cliniques et évolutifs des blessés de guerre en réanimation au CHU de Treichville de 2012 à 2013. Thèse Médecine, Abidjan, 2013: 33.
16. A. Daghfous, K. Bouzaïdi, M. Abdelkefi, S. Rebai, A. Zoghlemi, M. Mbarek, L. Rezgui Marhoul. Apport de l’imagerie dans la prise en charge initiale des traumatismes balistiques ; *Journal de Radiologie diagnostique et interventionnelle* ; Volume 96, 2015.
17. Seng P, Traore M, Lavigne J-P, Maulin L, Lagier J-C, Thiery J-F, et al. *Staphylococcus lugdunensis*: a neglected pathogen of infections involving fracture-fixation devices. *International Orthopaedics.* juin 2017;41(6):1085-91.
18. Donnally CJ, Lawrie CM, Sheu JI, Gunder MA, Quinnan SM. Primary Intra-Medullary Nailing of Open Tibia Fractures Caused by Low-Velocity Gunshots: Does Operative Debridement Increase Infection Rates *Surg Infect (Larchmt).* avr 2018;19(3):273-7.

19. Alvis-Miranda HR, Adie Villafañe R, Rojas A, Alcalá-Cerra G, Moscote-Salazar LR. Management of Craniocerebral Gunshot Injuries: A Review. Korean J Neurotrauma. oct 2015;11(2):35-43.