

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III.1.1. Faune malacologique

Au cours des deux prospections nous avons récolté 733 mollusques dont 602 à Richard Toll et 131 à Niakhar. Les individus récoltés se répartissent en sept espèces de gastéropodes d'eau douce appartenant à la sous classe des **Pulmonés** : *Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus truncatus*, *Bulinus globosus*, *Bulinus senegalensis* (figure 18) et *Lymnaea natalensis* et à la sous classe des **Prosobranches** : *Bellamyia unicolor* (Olivier, 1804) et *Melanoïdes tuberculata* (Muller, 1774). Dans la zone de Niakhar, tous les individus récoltés (131) étaient de l'espèce *B. senegalensis*. A Richard-Toll, 602 mollusques ont été récoltés au total dont 582 Pulmonés et 20 Prosobranches. Sur les **582 Pulmonés**, 296 sont de l'espèce *Biomphalaria pfeifferi* soit un pourcentage de 50.86%, les 195 de l'espèce *Lymnaea natalensis* (33.5%), 89 sont de *B. truncatus* (15.3%) et les 2 sont de *B. globosus* (0.34%). Les **20 Prosobranches** sont constitués par 9 *Bellamyia unicolor* (45%) et 11 *Melanoïdes tuberculata* (55%) (Figure 19). Parmi les 602 collectés à Richard-Toll, deux *B. truncatus* ont émis des cercaires de *S. haematobium* correspondant à un taux d'infestation de 2.198%.

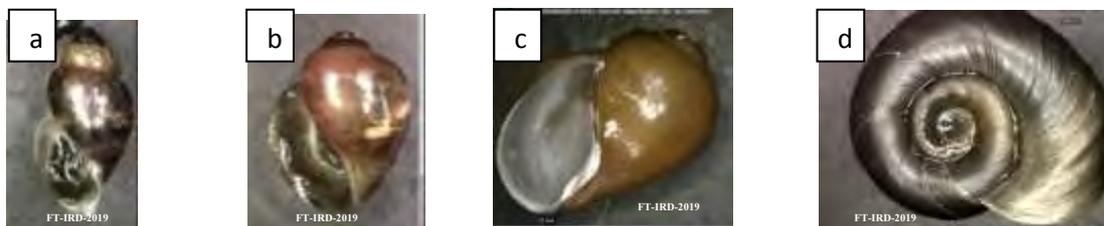


Figure 18 : Hôtes intermédiaires des schistosomes trouvés à Richard-Toll et à Niakhar (*Bulinus senegalensis* (a), *B. truncatus* (b), *B. globosus* (c) et *Biomphalaria pfeifferi* (d))

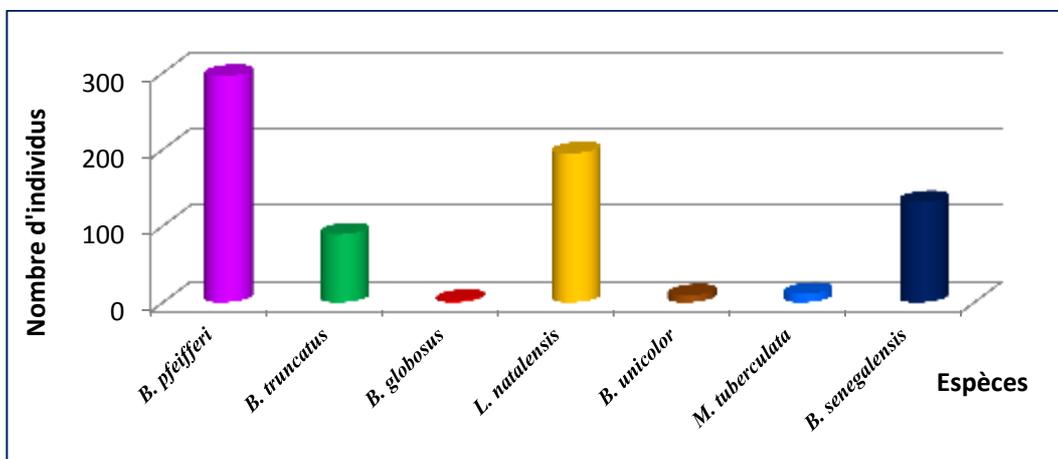


Figure 19 : Nombre d'individus de chaque espèce de mollusques à Richard-Toll et à Niakhar

III.1.2. Espèces identifiées par la technique du MALDI-TOF MS

Un total de 90 échantillons de mollusques ont été soumis à l'analyse MALDI-TOF. L'analyse par MALDI-TOF a permis de confirmer l'identification morphologique en arrivant à dissocier les différents individus selon l'espèce. Ainsi, il a été possible de séparer les espèces deux à deux comme c'est le cas entre *B.truncatus* et *B. senegalensis* et entre *Bulinus* et *Bi. pfeifferi*. Aussi, l'analyse a permis de dissocier les trois espèces de mollusques. Une bonne séparation de *B. senegalensis* (en vert) comparé à *Bi. pfeifferi* (rouge) et *B. truncatus* (bleu) a été observée (figure 20).

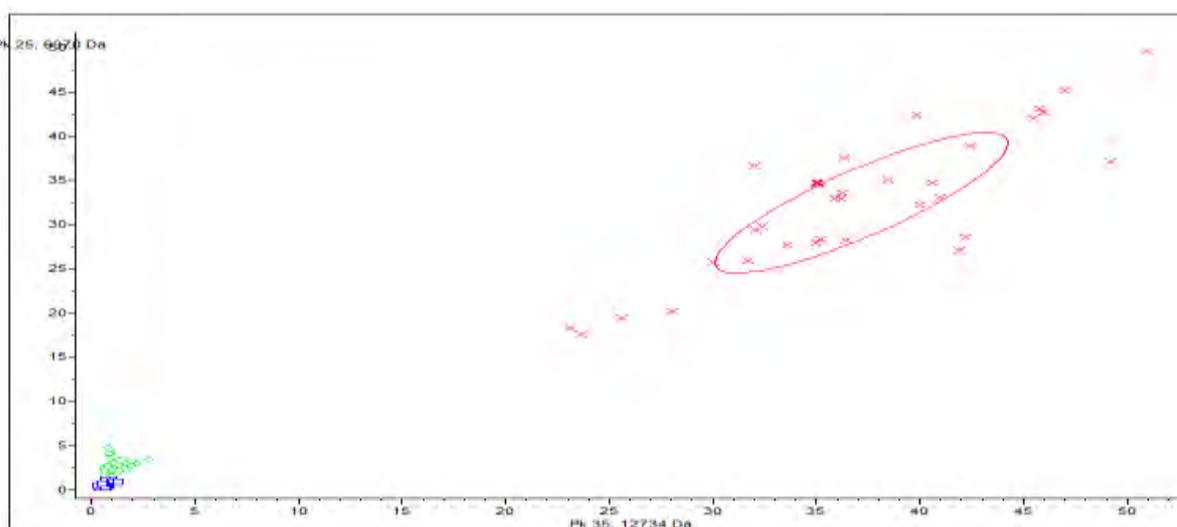


Figure 20 : Différenciation entre *B. truncatus* (bleu), *Bi. pfeifferi* (rouge) et *B. senegalensis* (vert)

Contrairement aux autres espèces, l'analyse de *B. senegalensis* révèle une hétérogénéité qui met en exergue la présence de deux groupes différents au sein de la population de cette espèce collectée à Niakhar (figure 21).

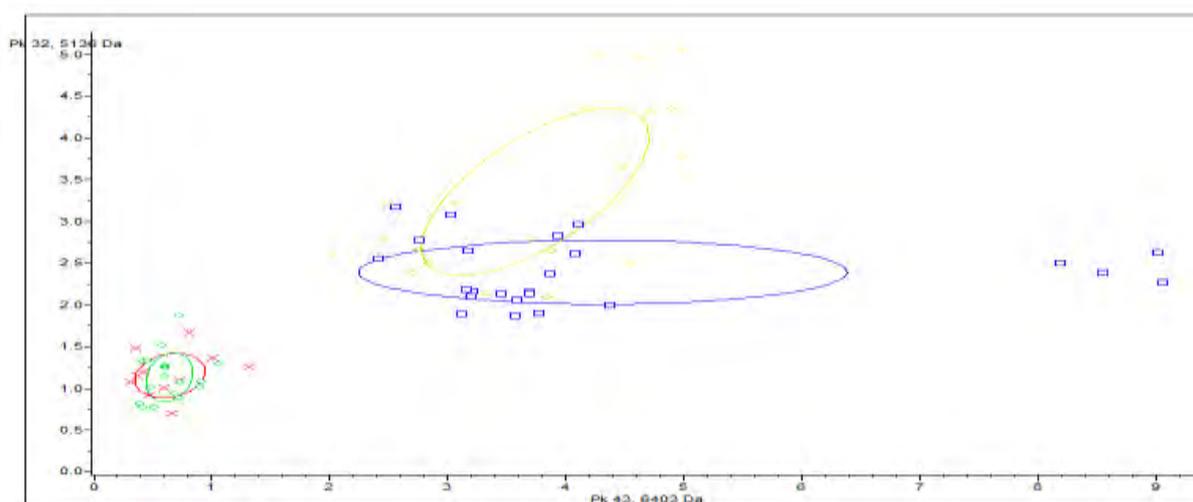


Figure 21 : Différenciation entre *B. senegalensis* (bleu & jaune) et *B.truncatus* (vert & rouge)

III.1.3. Adaptation aux conditions de laboratoire

Les valeurs moyennes de la température et de l'hygrométrie de la pièce étaient respectivement de 28°C et 75% de Juillet à Octobre puis à partir du mois de Novembre, la température est passée à 23-25°C et l'hygrométrie à 85%. Après les forts taux de mortalité enregistrés au cours des mois de Juillet et d'Août chez *Bi. pfeifferi* (40%), *B. truncatus* (85%) et *B. globosus* (100%), les mollusques ont commencé à s'adapter à l'environnement. Les pontes de *Bi. pfeifferi* et *B. truncatus* ont été observées dès le 4^{ème} jour de l'élevage, celles de *B. senegalensis* deux jours après leur collecte et l'éclosion des œufs de *B. senegalensis* collectées 3 jours après leur mise en élevage.

III.1.4. Mesure de la croissance des mollusques selon le type d'eau pour leur élevage

Les résultats des mesures de pH, conductivité et température pour chacune des trois espèces sont représentés en annexes (Annexes 10, 11 et 12).

III.1.4.1. *B. truncatus*

La survie et la croissance de *B. truncatus* dans les différents types d'eau ont été évaluées sur 40 jours. De j1 à j20 les taux de survie sont passés de 100% à 84% (21/25) dans l'eau de puits, 80% (20/25) dans l'eau Kiréne, 76% (19/25) dans l'eau de pompe et 72% (18/25) dans l'eau distillée. Entre j20 et j40, le taux de survie dans l'eau de puits était constant (84%) alors qu'il continuait à baisser dans l'eau minérale 76% (19/25) à j40 et dans l'eau distillée et l'eau de pompe 68% (17/25) à J40 (figure 22a). Les tailles moyennes atteintes à j40 étaient de 7.638 mm, 7.158 mm, 6.234 mm et 6.219 mm dans l'eau de puits, de pompe, distillée et minérale respectivement (figure 22b).

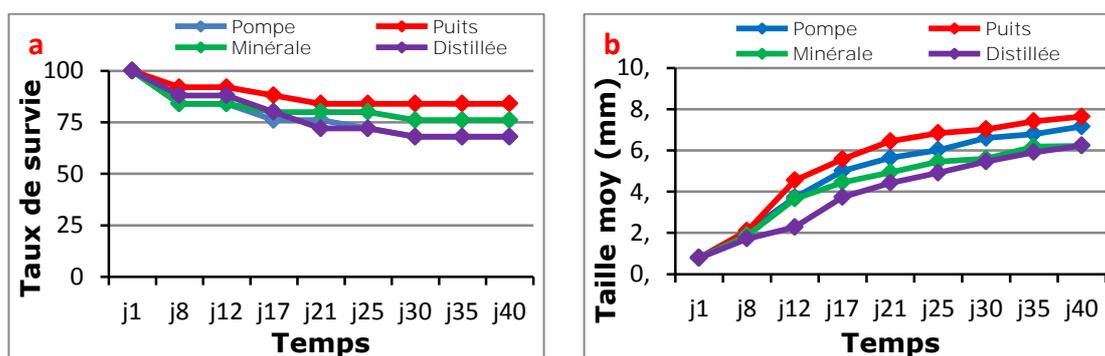


Figure 22 : Survie (a) et Croissance (b) de *B. truncatus* en fonction des types d'eau

III.1.4.2. *Biomphalaria pfeifferi*

Au bout de 34 jours de suivi, le taux de survie était de 88% (22/25) dans l'eau minérale et de pompe et de 96% (24/25) dans l'eau de puits. Par contre, dans l'eau distillée, le taux de survie

était de 20% (5/25) à j10, 8% (2/25) à j30 et 4% (1/25) à j34 (Figure 23a). A j34 des tailles moyennes de 7,438 mm et 7,303 mm ont été atteintes dans l'eau de puits et de pompe respectivement et dans l'eau minérale et distillée, les tailles moyennes respectives étaient de 5.84 mm et 6.95 mm (Figure 23b).

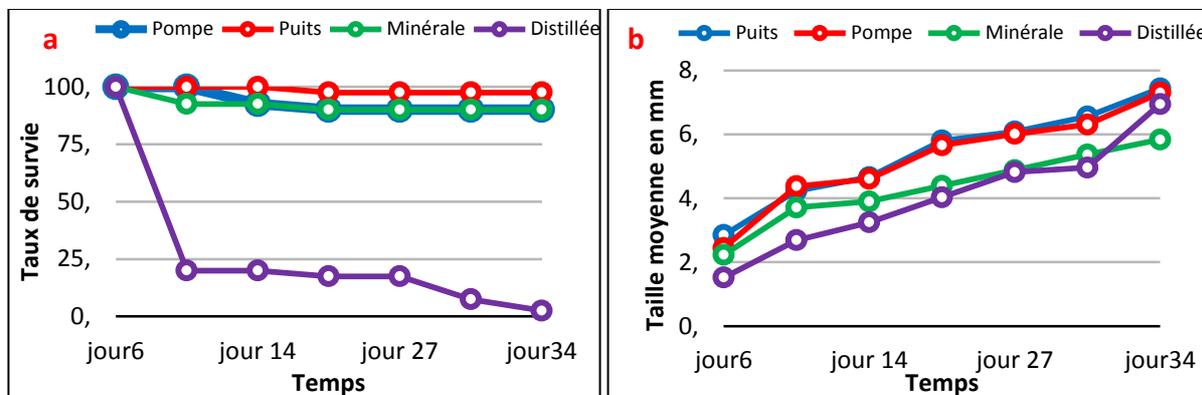


Figure 23 : Survie (a) et Croissance (b) de *Biomphalaria* en fonction des types d'eau

III.1.4.3. *B. senegalensis*

De j1 à j20, les taux de survie sont passés de 100% à 84% (21/25) dans l'eau de puits, 76% (19/25) dans l'eau de pompe, 60% (15/25) dans l'eau minérale et 36% (9/25) dans l'eau distillée. A j40, il est 28% (7/25) dans l'eau de pompe, 24 % (6/25) dans l'eau minérale et l'eau distillée et 16% (4/25) dans l'eau de puits (figure 24a). Quant à la croissance à j40, dans l'eau de pompe, la taille moyenne est de 8.742 mm, 8.827 mm dans l'eau de puits, 8.507 mm dans l'eau minérale et 6.206 mm dans l'eau distillée (figure 24b).

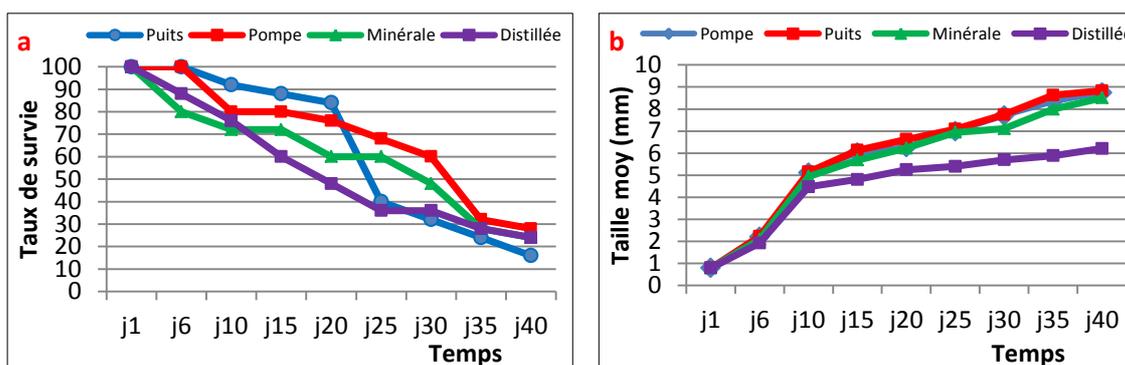


Figure 24 : Survie (a) et Croissance (b) de *B. senegalensis* en fonction des types d'eau

III.1.5. Etude de la compétition entre les trois espèces de mollusques

Le suivi des trois espèces regroupées dans un bac a donné les résultats suivants. A j15 le taux était de 40% (4/10), 70% (7/10) et 80% (8/10) pour *B. senegalensis*, *Bi. pfeifferi* et *B. truncatus*, respectivement. Entre j15 et j30 le taux de survie de *B. senegalensis* a continué à chuter pour se stabiliser à 10% (1/10) entre j35 et j40. Le taux de survie de *Bi. pfeifferi* a été

stable à 70% (7/10) entre j15 et j30 pour finalement chuter à 50% (5/10) et 40% (4/10) à j35 et j40, respectivement. Entre j15 et j20, le taux de survie de *B. truncatus* passe de 80 à 60%. Il se stabilisera à 60% jusqu'à la fin de l'expérience à j40 (figure 25a). A la fin de l'expérience à j40, la taille moyenne des individus de chaque espèce était de 7.156 mm, 6.683 mm et 5.175 mm pour *Bi. pfeifferi*, *B. truncatus* et *B. senegalensis* respectivement (figure 25b).

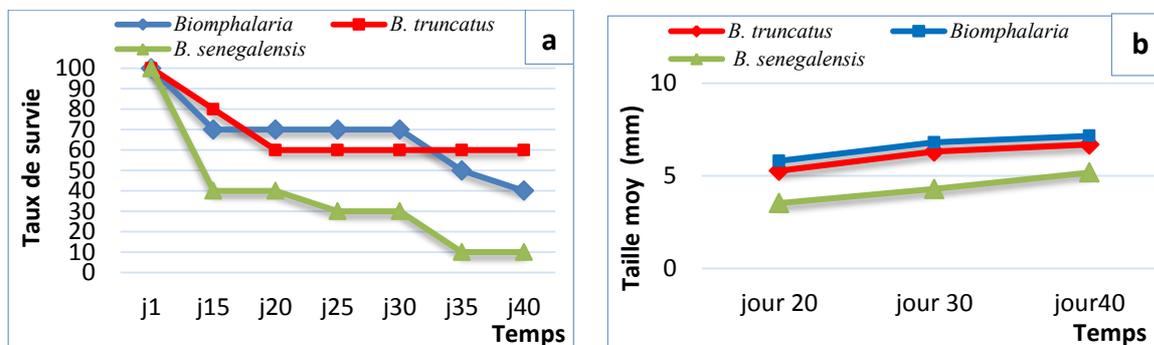


Figure 25 : Survie (a) et croissance (b) des mollusques

III.1.6. Mesure de la capacité de reproduction des mollusques

L'âge à la maturité se situe entre 65 et 71 jours pour *Bi. pfeifferi* et pour les bulins (*B. truncatus* et *B. senegalensis*) entre 27 et 29 jours. Le nombre moyen de masse d'œufs obtenu chez *B. truncatus* était de 28.5, 56.5, 95 et 125 à j10, j20, j30 et j50 respectivement. Pour *Biomphalaria pfeifferi*, le nombre de pontes déposé était de 8, 18 et 26 à j10, j20 et j30, respectivement. Chez *B. senegalensis*, le nombre était 16, 36, 53 respectivement à j10, j20 et j30-45 (figure 26).

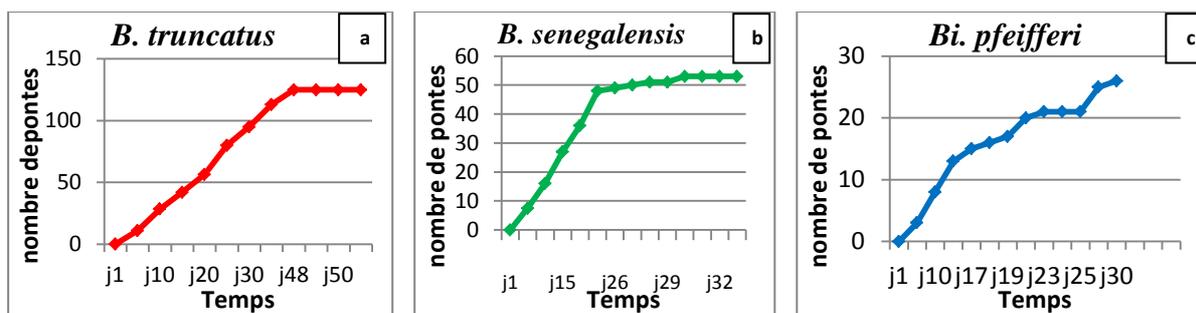


Figure 26 : Nombre de pontes de *B. truncatus* (a), *B. senegalensis* (b) et *Bi. pfeifferi* (c)

III.1.7. Mesure de l'adaptation des mollusques à la salinité

III.1.7.1. *B. senegalensis*

A la concentration de 4g/L, le taux de survie passe de 100% à j1 à 85% (17/20) à j5 et à 0% au bout de 10 jours. Pour les concentrations 1.5g/L et 3.5 g/L, ainsi que le témoin, les taux de survie étaient de 100% à j5. A j10, on observe une chute du taux de survie jusqu'à 10% (2/20), 35% (7/20) avec 1.5g/L et 3.5 g/L de sel respectivement et pour le témoin il était de

80% (16/20). Ce dernier restera stable entre j10 et j25 pour finalement chuter à 65% (13/20) au bout de 30 jours. Au niveau des bacs avec 1.5 et 3.5 g/L de sel, le taux de survie a baissé progressivement jusqu'à 5% (1/20) à j30 (figure 27a). Dans la solution saline de 1.5g/L, la taille moyenne était de 4,922 mm à j30 alors que dans celle de 3.5g/L la croissance est presque nulle, 1.89 mm à j30. Dans le bac témoin elle était de 8,876 mm à j30 (figure 27b).

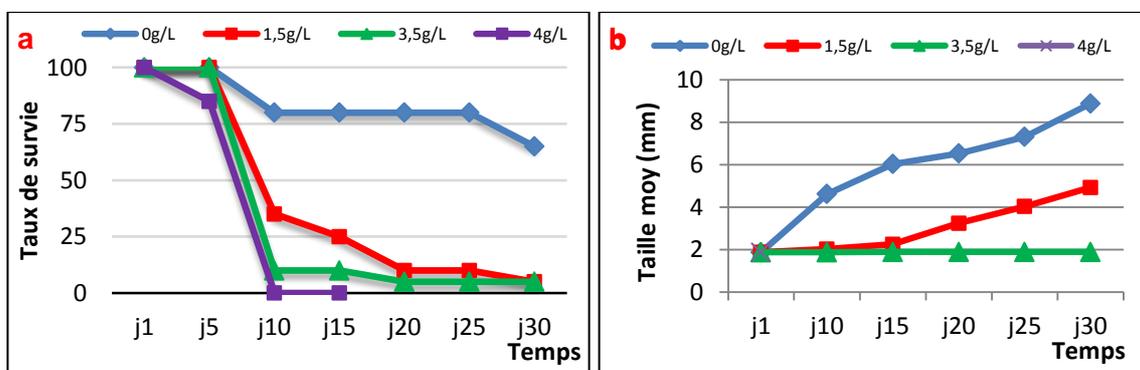


Figure 27 : Survie (a) et croissance (b) de *B. senegalensis* en fonction de la salinité

III.1.7.2. *Biomphalaria pfeifferi*

Dans la solution 4g/L, le taux de survie est passé de 100% (j1) à 85% (17/20), 50% (10/20) et 45% (9/20) à j5, j15 et j30 respectivement. Dans la solution 3.5g/L des taux de 100%, 50% et 45% ont été obtenus respectivement à j5, j15 et j30. Pour la concentration de 1.5g/L, le taux de survie était de 100% à j5 puis à j15 et j30 des taux de 80% (16/20) et 45% ont été obtenu respectivement. Dans le bac témoin le taux de survie était de 100% jusqu'à j25 et 90% (18/20) à j30 et la taille moyenne à j30 était de 6.079 mm (figures 28a et b). Dans les solutions salines de 1.5g/L, 3.5g/L et 4g/L, des tailles respectives de 5.965 mm, 5.624 mm et 5.22 mm ont été obtenues à j30 (Figure 28b).

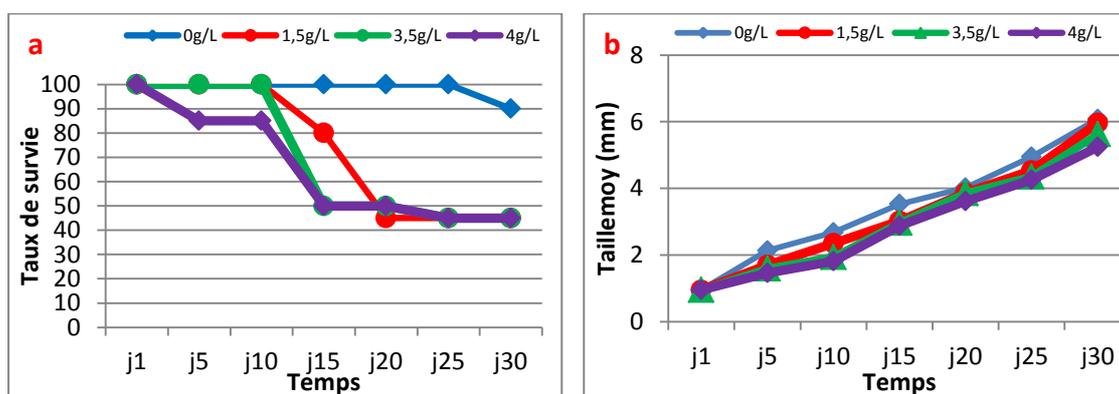


Figure 28 : Survie (a) et croissance (b) de *Bi. pfeifferi* en fonction de la salinité

III.1.7.3. *Bulinus truncatus*

Les taux de survie sont passés de 100% à 25% (j15) puis à 20% (j30) pour la concentration de 1.5g/L de sel. Un taux de mortalité de 100% a été obtenu à j5 et j10, respectivement pour les concentrations de 3.5g/L et 4g/L. Pour le bac témoin contenant de l'eau de puits seulement un taux de survie de 60% a été obtenu à j30 (figure 29a). Dans les solutions de 1.5g/L et 3.5g/L, des tailles respectives de 2.285 mm et 1.742 mm ont été obtenues à j15 (Figure 29b). A j30, les tailles moyennes atteintes étaient de 4.699 mm et 4.138 mm dans le bac témoin et dans la solution 1.5g/L respectivement.

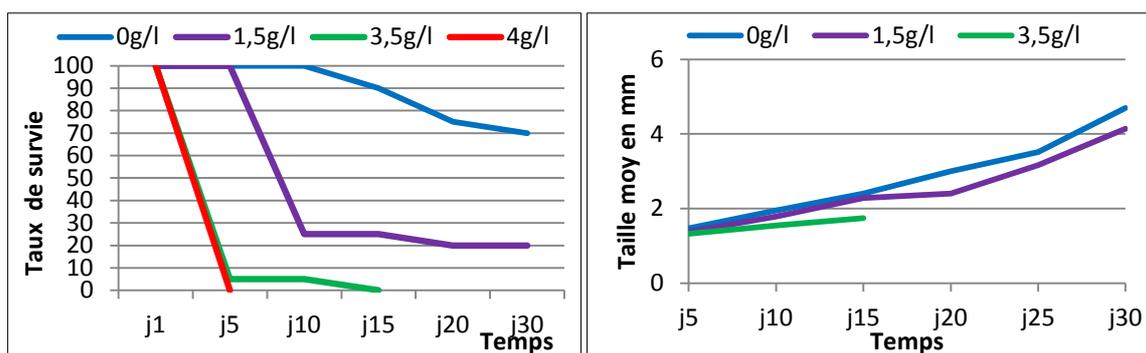


Figure 29 : Survie (a) et croissance (b) de *B. truncatus* en fonction de la salinité

III.1.8. Etude de la résistance des mollusques à la famine

La capacité de résistance à la famine est spécifique pour chacune des espèces de mollusques. Lorsque les mollusques sont mis en jeun pendant 15 jours un taux de survie de 70% (7/10) a été obtenu pour *B. truncatus*, 80% (8/10) pour *Bi. pfeifferi* et 40% (4/10) chez *B. senegalensis*. A j30 les taux de survie sont respectivement de 50% (5/10), 10% (1/10) et nul chez *B. pfeifferi*, *B. truncatus* et *B. senegalensis* (figure 30). Dans les bacs témoins aucune mortalité n'a été enregistrée chez *B. truncatus* par contre chez *Bi. pfeifferi* et *B. senegalensis* des taux de survie de 80% (8/10) et 90% (9/10) sont obtenus respectivement à j30 (figure 31).

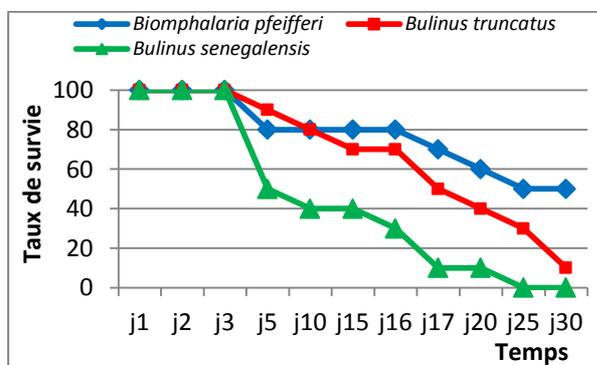


Figure 30 : Survie des mollusques mis-en-jeun

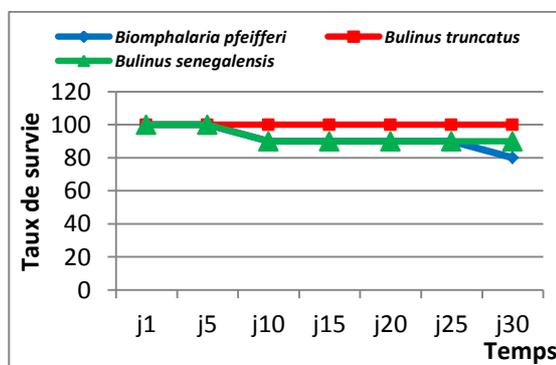


Figure 31 : Survie des mollusques nourris

III.2. Discussion

III.2.1. Etat de la faune malacologique

Les collectes effectuées à **Ndombo Diop** et **Ndombo Diameguene** (Richard-Toll) ont révélé la présence de six espèces de mollusques dont quatre appartenant à la sous classe des Pulmonés (*Bi. pfeifferi*, *B. globosus*, *B. truncatus* et *L. natalensis*) et deux à la sous classe des Prosobranches (*Bellamya* et *Melanoides*). Toutes ces espèces ont été déjà signalées dans cette zone (Ndione *et al.*, 2018). *Biomphalaria pfeifferi*, *B. truncatus* et *L. natalensis* étaient abondants alors que *B. globosus*, *Bellamya* et *Melanoides* étaient rarement rencontrés. La prédominance de *Bi. pfeifferi* a déjà été signalée par Diaw *et al.* (1991) qui avaient révélé une colonisation massive du réseau hydrographique de la ville par cette espèce. Cette prédominance de *Bi. pfeifferi* s'expliquerait par des modifications écologiques favorables à son développement, présence d'eau pérenne et non saumâtre, suite à la mise en place du barrage de Diama (Diaw *et al.*, 1990). Cependant des études menées en 2014 montraient que cette espèce était faiblement représentée dans la zone de Richard-Toll et que *B. truncatus* était l'espèce dominante. La prédominance de *Bi. pfeifferi* pourrait aussi être liée d'une part par une réapparition progressive de celui-ci et d'autre part à la période de la collecte car la densité de la population de *B. truncatus* baisse considérablement à partir du mois de juillet au niveau de cette zone (Ndione *et al.*, 2018). La rareté de *Bulinus globosus*, qui est plus exigeant vis à vis des conditions climatiques, pourrait s'expliquer par les variations climatiques et la pollution (Sellin *et al.*, 1980). Aucun *B. senegalensis* n'a été rencontré or des études antérieures avaient montré son existence au niveau de cette zone. Ceci pourrait être dû à sa faible densité (Ndione *et al.*, 2018) mais aussi au nombre de sites de collecte que nous avons choisi. Cette espèce s'adapterait difficilement aux conditions environnementales qui règnent dans cette zone ce qui pourrait aussi justifier son absence. Dans la zone nord où la transmission est pérenne, la prévalence de la bilharziose urinaire est de 57,4% et celle de la forme intestinale est de 21,8% (Abdellahi *et al.*, 2016). La recolonisation massive de certaine mare par *Bi. pfeifferi* agent de la bilharziose intestinale constitue un grand risque pour la population comme la distribution de la maladie suit celle de l'hôte intermédiaire. Au niveau des sites de **Ngangarlam**, **Pouday** et **Gadiack** (Niakhar), *B. senegalensis* seul a été rencontré. Cette espèce est fréquemment rencontrée dans la zone du Sine-Saloum (Diaw *et al.*, 1992 ; Poda *et al.*, 1994) où l'abondance des mares temporaires serait favorable à son développement. Les masses d'œufs de *B. senegalensis* sur les feuilles de nénuphars observées sur le terrain seraient dues au fait que le mois d'octobre représente le pic de reproduction de cette espèce. En effet, les dernières investigations sur la bio-écologie de cette espèce dans la

zone de Niakhar ont montré que les périodes d'août à septembre et surtout d'octobre qui coïncide avec la fin de la saison des pluies correspondaient aux périodes de grande reproduction des bulins (Senghor *et al.*, 2015). Ainsi, la composition d'espèces malacologique retrouvée au nord et au centre montre, combinée aux niveaux de prévalence de la bilharziose intestinale et urinaire dans les zones étudiées montre l'importance du risque épidémiologique de la schistosomiase dans les zones endémiques. Ainsi, la recolonisation massive de certaines mares par *B.pfeifferi* pourrait accentuer la transmission de la bilharziose intestinale dont la prévalence peut atteindre 21% au nord du Sénégal (Abdellahi *et al.*, 2016).

III.2.2. Identification des espèces par MALDI-TOF MS

Les résultats obtenus avec la technique du MALDI-TOF MS ont permis de confirmer en partie l'identification morphologique des trois espèces de mollusques hôtes intermédiaires. L'utilisation du Maldi- Tof a permis de faire une identification précise et rapide de tous les spécimens testés. Ces résultats démontrent ainsi la possibilité d'utiliser cet outil pour les études malacologiques en facilitant l'identification des espèces rencontrées sur le terrain d'étude. Elle a aussi révélé une hétérogénéité dans la population de *B. senegalensis* qui se divise en deux groupes distincts. Il n'est pas donc exclu que nous soyons en présence de souches ou d'espèces différentes toutes identifiées morphologiquement comme appartenant à *B. senegalensis*. Cette étude ouvre ainsi la possibilité d'identifier par MALDI TOF un spectre plus large d'espèces de mollusque et de pathogènes qu'ils peuvent héberger comme cela a été fait avec d'autres arthropodes (Dieme *et al.*, 2015 ; Laroche *et al.*, 2015).

III.2.3. Mesure de la croissance des mollusques selon le type d'eau pour leur élevage

Au cours de nos expériences, nous avons remarqué que l'eau de puits et dans une moindre mesure l'eau de pompe et minérale permettent le développement de toutes les espèces testées. Mais le pH optimal pour la croissance des mollusques qui se situe entre 7,6 et 8,3 (Graber & Birgi, 1969) est plus proche de celui de l'eau de puits et de pompe. Cependant ces eaux ne semblent pas optimales pour *B. senegalensis*. Les eaux de puits et de pompe sont efficaces pour le développement de *B. truncatus*. Cette espèce est aussi capable de se maintenir de façon relativement correcte dans de l'eau distillée et minérale. *Biomphalaria pfeifferi* se développe normalement dans l'eau de puits, l'eau de pompe et minérale. Cependant, *Bi. pfeifferi* ne supporte pas l'eau distillée qui induit une mortalité précoce. Contrairement à *B. truncatus* et *Bi. pfeifferi*, l'adaptation de *B. senegalensis* aux différents types d'eau est très délicate. On observe un effondrement précoce et progressif de la population de *B.*

senegalensis avec les différents types d'eau. Ce constat signifierait qu'il est nécessaire d'adapter le type d'eau à utiliser selon l'espèce. Une meilleure connaissance des paramètres physico-chimiques de chaque type d'eau pourrait donc aider à optimiser l'eau à utiliser pour chaque espèce. Cela devra aussi être accompagné d'une étude de la qualité de l'eau des mares habitats naturels des mollusques. Le dosage de certains paramètres physico-chimiques permettrait ainsi de mieux comprendre l'adaptation des mollusques dans les types d'eau et à terme de pouvoir uniformiser l'eau pour l'élevage des mollusques au laboratoire. La connaissance du niveau d'oxygénation pourrait aussi aider à comprendre le comportement de *B. senegalensis* dont la mobilité des individus en dehors du bac d'élevage est plus importante que celle observée avec les individus de *Bi. pfeifferi* et *B. truncatus*. L'oxygène est utilisé par les tissus, l'appauvrissement en oxygène du milieu incite donc les mollusques à remonter en surface à des intervalles de plusieurs heures (Mouroud *et al.*, 1983). Aussi, il est nécessaire de prendre en compte l'origine géographique de la souche de *B. senegalensis*. Le réseau hydrique de la zone de Niakhar où nous avons collecté nos spécimens connaît des taux relativement élevés en fluor et en chlorures, ce qui pourrait aussi expliquer la difficulté d'adaptation de *B. senegalensis* aux conditions du laboratoire. Les résultats obtenus sur la survie et la taille des mollusques montrent la bonne tenue de l'élevage et ouvre la possibilité de réaliser un modèle d'infestation des mollusques étant donné que leur compétence en tant que hôte intermédiaire pour les schistosomes est influencé par le temps requis pour terminer le développement des sporocystes (Mutuku *et al.*, 2017).

III.2.4. Compétition interspécifique entre les mollusques

Lorsque *B. senegalensis*, *B. truncatus* et *Bi. pfeifferi* sont présents dans un même bac, une compétition vitale apparaît au profit de *Bi. pfeifferi* et de *B. truncatus* qui croissent plus rapidement avec des taux de survie 40% et 60% respectivement. Le développement de *B. senegalensis* (taux de survie de 10% à j40) a été freiné en présence de *B. truncatus* et *Bi. pfeifferi*. Des études menées par Graber et Birgi, (1969) avaient montré que *Biomphalaria sp* ne tolérait pas d'être mis en contact avec d'autres gastéropodes. La différence entre les résultats trouvés pourrait s'expliquer par les conditions d'élevage et la provenance géographique des mollusques qui peuvent influencer sur leurs capacités d'adaptation. Les conditions du laboratoire étaient défavorables pour *B. senegalensis* lorsque les mollusques étaient suivis séparément et ceci aurait une influence non négligeable sur le développement de celui-ci en présence des deux autres espèces. Au cours de notre collecte aucun *B. senegalensis* n'a été rencontré au niveau des sites où *B. truncatus* et *Bi. pfeifferi* ont été retrouvés.

Cependant des études effectuées par Ndione *et al.*, 2018 ont montré que *B. senegalensis* est retrouvé sauf au mois de mai au Nord du Sénégal à des faibles densités. *Bulinus senegalensis* serait adapté à des types d'habitat différents de ceux dans lesquels *B. truncatus* et *Bi. pfeifferi* peuvent survivre et s'épanouir. Naturellement *Bi. pfeifferi* n'est jamais présent dans les mares temporaires (Cécchi *et al.*, 2007) alors que *B. senegalensis* s'y trouve souvent en abondance. Mais aussi *Bi. pfeifferi* et *B. truncatus* sont sympatriques et se rencontrent au niveau des systèmes écologiques avec souvent de fortes densités (Diaw *et al.*, 1998). Dans nos expérimentations, nous avons constaté que *B. truncatus* a un avantage sur *Bi. pfeifferi* alors que lors de nos collectes cette dernière espèce a été retrouvée à des densités plus importantes. *Biomphalaria pfeifferi* semblait avoir disparu en 1977, mais après la mise en service en 1986 du barrage de Diama, à l'embouchure du fleuve Sénégal, celui-ci a proliféré rapidement et pendant ce temps les populations de bulins étaient restées stables (Diaw *et al.*, 1990). Tout de même, une étude récente a montré la prédominance de *B. truncatus* sur *Bi. pfeifferi* dans la zone nord du Sénégal (Ndione *et al.*, 2018). Cependant, malgré cette compétition entre les espèces, on note, quel que soit la zone considérée, la présence permanente d'au moins un hôte intermédiaire pour la bilharziose urinaire. *Bulinus truncatus* est le principal hôte intermédiaire de *S. haematobium* agent de la bilharziose urinaire au nord du Sénégal et au centre *B. senegalensis* est le principal responsable. L'étude de la capacité de reproduction peut aussi donner des informations clés sur la prédominance et la dynamique des espèces. Les mollusques n'ont pas la même capacité de résister à la famine et cela pourrait bien avoir un impact sur leur potentiel de résister à la sécheresse et donc sur leur capacité d'estivation.

III.2.5. Reproduction de mollusques isolés

L'isolement des mollusques dans de l'eau de puits montre des variations dans la capacité reproductive de chacune des espèces de mollusques testés. Le nombre de pontes par jour variait entre 2 et 4 pour *B. truncatus*, 1 et 2 pour *B. senegalensis* et entre zéro et une ponte pour *Bi. pfeifferi*. Le rythme de pontes de *B. truncatus* dépassait celui de *B. senegalensis* pendant toute l'expérience or ils appartiennent au même genre. La différence entre le nombre de pontes déposé par *B. truncatus* et *B. senegalensis* pourrait être liée à la méthode d'élevage et à leur niveau d'adaptation aux conditions du laboratoire. Mais aussi il semble que la provenance géographique des mollusques a une influence sur leur rythme de pontes. Une étude de la reproduction de *B. truncatus* et de *B. senegalensis* qui proviennent de la même zone permettrait de mieux comprendre l'influence de l'origine des mollusques sur leur capacité de reproduction. Pour mieux jouer leur rôle d'hôtes intermédiaires les mollusques

s'adaptent toujours à leur environnement en établissant un cycle court leur permettant d'atteindre une densité élevée (Senghor *et al.*, 2015). La capacité des mollusques à jouer efficacement leurs rôles d'hôtes est beaucoup influencée par la prévalence de l'infection, mesurée par la proportion de mollusques exposés aux schistosomes qui produisent et libèrent effectivement des cercaires (Mutuku *et al.*, 2017). Il existerait d'autres éléments qui joueraient un rôle déterminant dans la capacité de reproduction de mollusques. Les mollusques sont dotés d'organes de stockage de spermatozoïdes qui leur permettent de continuer à se reproduire lorsqu'ils sont isolés (Zein-Eddine, 2014).

III.2.6. Effets de la salinité sur la croissance et la survie des mollusques

La croissance et la survie de *B. senegalensis* et *B. truncatus* ont fortement diminué dans les solutions salines qui ont été préparées à partir de chlorure de sodium dissous dans de l'eau de puits. Les concentrations de 4g/L et 3.5 g/L sont létales à 100% chez les bulins alors que chez *Bi. pfeifferi* un taux de survie de 45% a été obtenu. Gretillat & Gaston, (1975) au Niger avaient montré qu' au laboratoire *Bi. pfeifferi* et *B. truncatus* présentent un taux de survie de 50% avec des concentrations respectives de 9,6 g/L et 9 g/L en utilisant un mélange de sels de sodium provenant dans l'un des villages. La différence entre les valeurs trouvées pourrait s'expliquer par les conditions d'élevage mais aussi la teneur en sels des mares habitats naturels des mollusques. Dans les Dallols du Niger, Gretillat & Gaston, (1975) ont trouvé *Bi. pfeifferi* et *B. truncatus* vivants et actifs dans des eaux renfermant 6 à 7 g/L de sels dissous. Cependant dans la basse vallée du fleuve Sénégal aucun mollusque vivant n'a été trouvé dans les sites à 2g/L et 4g/L de sels dissous (Sarr *et al.*, 2011). A Niakhar des études antérieures menées par Senghor *et al.* 2015 avaient signalé la présence de *B. umbilicatus* dans le village de Ngangarlam cependant lors de notre collecte seule l'espèce *B. senegalensis* a été rencontrée. En plus nous avons observé des points d'eau qui se chargent de plus en plus en sel avec une absence totale de végétation (annexe 13). Ces collections d'eau salées sont impropres à abriter des mollusques et ne sauraient donc présenter un danger bilharzien (Coumbaras *et al.*, 1962). C'est ainsi qu'en Israël, la salinité avait permis l'élimination de *B. alexandrina* (Saliternik, 1979). Partant de ce fait et de la connaissance du niveau en sels dissous des mares où nos collectes ont été effectuées, des stratégies de lutte basées sur la salinisation des mares avec une concentration minimale et létale seraient efficaces et durables pour éliminer tous ces mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La bilharziose reste toujours endémique dans certaines zones du Sénégal malgré les campagnes de traitement de masse. Pour la première fois, l'utilisation du MALDI TOF MS a permis d'identifier les espèces de *B. truncatus*, *B. senegalensis* et *Bi. pfeifferi* hôtes intermédiaires respectifs de *S. haematobium* et *S. mansoni* permettant ainsi de créer une base de données de référence. Ces résultats démontrent que le MALDI-TOF peut représenter une approche efficace pour l'identification rapide des mollusques. Notre étude a permis de connaître les types d'eau dans lesquels les mollusques sont capables de survivre ce qui facilite leur maintien en élevage. Elle nous a aussi permis de comprendre l'adaptation des mollusques vis-à-vis de la salinité. Ainsi elle révèle les concentrations pour lesquelles certaines espèces seraient capables de survivre et celles qui provoqueraient leur élimination. Cette étude montre aussi que les mollusques n'ont pas la même capacité de résister à la famine. Cette étude, loin d'être exhaustive, laisse entrevoir de nombreuses interrogations qui mériteraient que nous nous y attachions. En particulier, il serait intéressant d'effectuer des études sur la reproduction de chaque espèce de mollusques avec des individus issus de différentes zones géographiques afin de voir s'il n'existe pas des « races écologiques ». De plus, il faudrait voir si les capacités reproductrices sont affectées au fil du temps. Nous allons mettre en place un élevage en conditions semi-naturelles grâce à la création d'une mare artificielle. Il serait important d'élargir la base de données MALDI-TOF avec d'autres espèces de mollusques puis évaluer la possibilité de son utilisation dans la mise en évidence de l'infestation des mollusques par les schistosomes mais également effectuer des études complémentaires, notamment de séquençage pour identifier exactement les deux groupes mis en exergue dans la population de *B. senegalensis* par le MALDI-TOF. Mais aussi nous mettrons en place un système d'infestation expérimental des mollusques par les schistosomes.

REFERENCES

Référence 1 : Références bibliographiques

1. **Abbasi I, King CH, Sturrock RF, Kariuki C, Muchiri E & Hamburger J. (2007).** Differentiation of *Schistosoma haematobium* from related schistosomes by PCR amplifying an interrepeat sequence. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*.76 (5): 950-955.
2. **Abdellahi M, Ndir O & Niang S. 2016.** Évaluation de la prévalence des bilharzioses auprès des enfants de 5 à 14 ans après plusieurs années de traitement de masse dans le bassin du fleuve Sénégal. *Santé Publique*, **28** (4), 535-540.
3. **Agne E. 2016.** Accès et approvisionnement en eau dans les quartiers défavorisés : Cas de la commune de Richard-Toll. Mémoire de Master II de Géographie. UCAD. FLSH, 84p.
4. **Alkalay AS, Rosen O, Sokolow SH, Faye YP, Faye DS, Aflalo ED, Jouanard N, Zilberg D, Huttinger E et Sagi A. (2014).** « The Prawn *Macrobrachium vollenhovenii* in the Senegal River Basin : Towards Sustainable Restocking of All-Male Populations for Biological Control of Schistosomiasis ». *PloS Neglected Tropical Diseases* **8**, n° 8 : e3060-e3060. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003060>.
5. **Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie (ANOFEL). 2014.** Les bilharzioses. Université Médicale Virtuelle Francophone, 27p.
6. **Aubry P & Ba G. 2017.** Schistosomoses ou bilharzioses. Actualité 2017. Centre René Labusquière, Institut de Médecine Tropicale, Université de Bordeaux, 33076 Bordeaux (France). 8p.
7. **Biologie Médicale Spécialisée (BIOMNIS). 2012.** Précis de biopathologie analyses médicales spécialisées. 3p.
8. **Boissier J, Moné H, Mitta G, Bargues MD, Molyneux D & Mas-Coma S. 2015.** La schistosomiase atteint l'Europe. Vol **15**, n° 7, 757-758 DOI : [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00084-5)
9. **Brown SD. 1980.** Freshwater snails of africa and their medical importance. *Taylor and Francis Ltd*, 480p.
10. **Brown SD. 1994.** Freshwater snails of Africa and their medical importance. *Taylor and Francis. Ltd. Ed, London*, 450p.

11. **Brown SD & Kristensen TK. 1993.** A field guide to African freshwater snails. 1. West African species. Danish Bilharziasis Laboratory (DBL). 55p
12. **Cecchi P, Baldé S & Yapi YG. 2007.** Mollusques hôtes intermédiaires de bilharzioses dans les petits barrages. *L'eau en partage. Les petits barrages de Côte d'Ivoire*, 175-189.
13. **Chitsulo L, Engels D, Montresor A & Savioli L. 2000.** «The global status of schistosomiasis and its control». *Acta Tropica* **77**, n° 1 : 41-51. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00122-4](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00122-4).
14. **Coulibaly G. 2000.** La lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes. La lutte contre les schistosomes en Afrique de l'Ouest, Paris, Editions IRD, p.88-92.
15. **Coumbaras A. 1962.** Devenir et Avenir de la bilharziose en Tunisie. *Annales Parasitologiques Humaines*. Vol **37**, n° 3 : 276-294.
16. **Delaunay V, Douillot L, Diallo A, Dione D, Trape JF, Medianikov O, Raoult D & Sokhna C. 2013.** Profile: The Niakhar Health and Demographic Surveillance System. *International Journal of Epidemiology*. **42** (4) : 1002-1011
17. **Diaw OT, Ndir O & Toupane MG. 1999.** Guide de surveillance malacologique et de lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires des bilharzioses. Ministère de la Santé : Service national des grandes endémies. 60 p.
18. **Diaw OT, Seye M & Sarr Y. (1992).** Epidémiologie des Trematodes du bétail dans le Sine-Saloum (Regions de Kaolack et Fatick) au Sénégal. Dakar : ISRA 1992. Rapport n°010 / *Pathologie Animale*. 21p.
19. **Diaw OT, Vassiliades G, Seye M & Sarr Y. 1988.** Rôle épidémiologie des mollusques du genre *Bulinus* dans la transmission des schistosomiasés animales et humaines au Sénégal. *Revue Sénégalaise des Recherches Agricoles et Halieutiques*, vol **1**, n°1, pp.74-78
20. **Diaw OT, Vassiliades G, Seye M & Sarr Y. (1990).** Prolifération des mollusques et incidence sur les trématodoses dans la région du delta et du lac de Guiers après la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*. **43** (4) : 499-502.
21. **Diaw O. T., Vassiliades G., Seye M., et Sarr Y. 1991.** Epidémiologie de la bilharziose à *Schistosoma mansoni* à Richard-Toll (delta du fleuve Sénégal). Etude malacologique. *Bull. Soc. Path. Ex.* ; **84** (2) : 174-183.

22. **Diaw OT, Vassiliades G, Seye M, et Sarr Y. 1998.** « Les mollusques hôtes intermédiaires des trématodoses humaines et animales : distribution et variation de densité dans les différents systèmes épidémiologiques de Richard-Toll ». 201-218.
23. **Dieme C. 2015.** Etude des relations entre arthropodes et *Rickettsia felis*. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la vie et de la santé. Université d'Aix-Marseille. 185p.
24. **Doumenge JP & Reaud-Thomas G. 1988.** Les schistosomiasés humaines dans le monde. *Cahiers d'outre-mer*. **41** (162) : 139-158.
25. **Dreyfuss G & Rondelaud D. 2011.** Les mollusques dans la transmission des helminthoses humaines et vétérinaires. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. **164** (1) : 13-20.
26. **Fortmann-Raviniarilala M. 2005.** Approche éco-géographique de l'environnement de la transmission de la schistosomose intestinale de l'Homme au Sud des Hautes Terres de Madagascar. Thèse de doctorat. 275p.
27. **Gentilini M. 2012.** Médecine tropicale 6^e édition. Lavoisier. 1334p.
28. **Graber M. & Birgi E. 1969.** Mollusques pulmonés d'eau douce basommatophores, vecteurs au Tchad d'affections parasitaires du bétail : leur élevage au laboratoire. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **22** (3) : 393-408.
29. **Gretilat S & Gaston G. (1975).** Sur quelques particularités écologiques de la faune malacologique vectrice de trématodes dans les Dallols nigériens. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **50** (5) : 595-601.
30. **Gryseels B, Polman K, Clerinx J, Kestens L. 2006.** Human schistosomiasis. *Lancet*. **368** (9541) : 1106-18.
31. **Kane RA, Stothard JR, Emery AM & Rollinson D. 2008.** Molecular characterization of freshwater snails in the genus *Bulinus*: a role for barcodes? *Parasites & Vectors*. **1** (1) : 1-15.
32. **Kristensen TK. 1985.** Guide pratique des gastéropodes d'eau douce Africains. Espèces présentes en Afrique du nord-ouest. Danish Bilharziasis Laboratory. 17p.
33. **Laamrani H & Boelee E. 2002.** Rôle des paramètres de conception, de gestion et de maintenance des périmètres irrigués dans la transmission et la lutte contre la bilharziose au Maroc central. *Cahiers Agriculture*, **11** (1) : 23-29.
34. **Laroche M, Alméras L, Jean-michel B, Raoult D, Parola P. 2015.** Agents zoonotiques vectorisés étudiés à l'institut Hospitalo-Universitaire Méditerranée

- Infection. *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*, **168** (3) : 245-252. DOI - 10.4267/2042/57935
35. **Lévêque C.** 1980. Mollusques. In : Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne. Tome I. Éditions ORSTOM. Collection Initiations & Documentations Techniques n°44. PARIS. pp : 283-305.
36. **Madsen H.** 1982. Ecologie du gastéropode ; Principe de base Danish Bilharziasis Laboratory Training in Malacology.
37. **Mandal-Barth G.** 1959. Les hôtes intermédiaires de *Schistosoma* : *Biomphalaria* et *Bulinus* africains. *Danemarks Akvarium, Charlottenlund, Danemark*, Palais des Nations, Genève, **16**, pp.1103-1163 et **17**, pp.1-65.
38. **Mary N.** 2017. Les macro-invertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédoine. Guide d'identification. Version révisée. DAVARNouvelleCalédoine, OEIL, CNRT. 182p.
39. **Mouthon J.** 1982. « Les mollusques dulcicoles-Données biologiques et écologiques-Clés de détermination des principaux genres de bivalves et de gastéropodes de France ». *Bulletin Français de Pisciculture*, 1-27.
40. **Moyroud J, Breuil J, Dulat C & Coulanges P.** 1983. Les mollusques, hôtes intermédiaires des bilharzioses humaines à Madagascar : état actuel des connaissances. *Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar*. **50** (1) : 39-65.
41. **Mutuku MW, Lu L, Otiato FO, Mwangi IN, Kinuthia JM, Maina GM, Laidemitt MR.** (2017). « A Comparison of Kenyan *Biomphalaria pfeifferi* and *B. Sudanica* as Vectors for *Schistosoma mansoni*, Including a Discussion of the Need to Better Understand the Effects of Snail Breeding Systems on Transmission ». *Journal of Parasitology* **103**, n° 6 : 669-76.
42. **Nalugwa A, Kristensen T, Nyakaana S, Jørgensen A.** 2009. Mitochondrial DNA Variations in Sibling Species of the *Bulinus truncatus/tropicus* Complex in Lake Albert, Western Uganda. *Zoological Studies*, **49** (4) : 515-522.
43. **Ndione RA, Diop D, Riveau G, Ba CT, Jouanard NQQ.** 2018. Rôle des paramètres environnementaux sur la densité des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains au cours de l'année dans la commune de Richard-Toll, Sénégal. *Med Sante Trop*; **28** (2) : 158-164.
44. **Ndir O.** 2000. Situation des schistosomoses au Sénégal. In : CHIPPAUX JEAN-PHILIPPE (ED.). *La lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest*. Paris : IRD, 225-236. (Colloques et Séminaires). Difficultés Rencontrées dans la Mise en Oeuvre des

- Programmes de Lutte contre les Schistosomoses en Afrique de l'Ouest : Atelier, Niamey (NER), 2000/02/15-18. ISBN 2-7099-1460-3.
45. **Organisation Mondiale de la Santé**, du 2 au 4 Décembre 1998. Rapport de la consultation informelle de l'O.M.S. sur la lutte contre les schistosomiasés. Genève. 67p.
46. **Organisation Mondiale de la Santé**. 1983. Procédés et techniques de la malacologie pour la prévention de la bilharziose. Série de monographies n° 50. Genève. 282p.
47. **Pennington LF & Hsieh MH. (2014)**. Immune Response to Parasitic Infections, Bentham e books ; pp. 93-124
48. **Perez-Saez J, Mande T, Ceperley N, Bertuzzo E, Mari L, Gatto M et Rinaldo A. 2016**. « Hydrology and density feedbacks control the ecology of intermediate hosts of schistosomiasis across habitats in seasonal climates ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **113**, n° 23 : 6427-32. <https://doi.org/10.1073/pnas.1602251113>.
49. **Poda JN, Sellin B, Sawadogo L & Sanogo S. 1994**. Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes et de leurs biotopes au Burkina Faso. *OCCGE Information*. **101** : 12-19.
50. **Raharimalala FN, Andrianinarivomanana TM, Rakotondrasoa A, Collard JM et Boyer S. 2017**. Utilité et précision de la spectrométrie de masse MALDI-TOF comme outil complémentaire d'identification des espèces de vecteurs moustiques et d'investissement dans le développement à l'international. Base de données. *Med Vet Entomol*, **31**(3) : 289-298. Doi : 10.1111 / mve.12230
51. **Rozendaal JA. 1999**. Lutte antivectorielle : Méthodes à usage individuel et communautaire, OMS/ Genève **8**, pp. 369-389
52. **Saliternik, Z. (1979)**. The specific methods of control and eradication of schistosomiasis in Israel. *Trop. Geogr. Med.* **31** (2) : 175- 184.
53. **Sarr A, Kinzelbach R, & Diouf M. (2011)**. Diversité spécifique et écologie des mollusques continentaux de la basse vallée du Ferlo (Sénégal). *Malaco*, **7**, 325-328.
54. **Sellin B, Simonkovich E & Roux J. 1980**. Etude de la répartition des mollusques hôtes intermédiaires des Schistosomes en Afrique de l'Ouest premiers résultats. *Med. Trop.* **40** (1) : 31-39.
55. **Sellin B. & Boudin C. 1981**. Les schistosomiasés en Afrique de l'ouest. *Etudes médicales*, pp. 1-87

56. **Sène M, Southgate VP & Vercruyse J. 2004.** *Bulinus truncatus*, hôte intermédiaire de *Schistosoma haematobium* dans le bassin du fleuve Sénégal. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique.* **97** (1) : 29-32.
57. **Sène S. 2000.** Chimiothérapie et résistance aux anthibilharziens . la lutte contre les schistosomoses en Afrique de l'Ouest. Paris. Editions IRD. p. 93-98
58. **Senghor B, Diallo A, Sylla SN, Doucouré S, Ndiath MO, Gaayeb L, Djuikwo-Teukeng FF, Bâ CT & Sokhna C. (2014).** Prevalence and intensity of urinary schistosomiasis among school children in the district of Niakhar, region of Fatick, Senegal. *Parasites & Vectors.* **7**(1), pp. 5.
59. **Senghor B, Diaw OT, Doucouré S, Seye M, Diallo A, Talla I, Ba CT & Sokhna C. (2016).** Impact of Annual Praziquantel Treatment on Urogenital Schistosomiasis in a Seasonal Transmission Focus in Central Senegal. *PloS Neglected Tropical Diseases.* **10** (3) : e0004557.
60. **Senghor B, Diaw OT, Doucouré S, Seye M, Talla I, Diallo A, Ba CT & Sokhna C. 2015.** Study of the snail intermediate hosts of urogenital schistosomiasis in Niakhar, region of Fatick, West central Senegal. *Parasites & Vectors.* **8** (1) : 410-415.
61. **Soko TO, Ba PS, Ndiaye M, Carmoi T & Klotz F. 2017.** Bilharziose (schistosomose) hépatique. *Encyclopédie Médico-chirurgicale-Hépatologie.* 17p.
62. **Sokolow SH, Lafferty KD & Kuris AM. 2013.** « Regulation of laboratory populations of snails (*Biomphalaria* and *Bulinus* spp.) by river prawns, *Macrobrachium* spp. (Decapoda, Palaemonidae): implications for control of schistosomiasis ». *Acta tropica* **132** : 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.12.013>.
63. **Southgate VR. 1997.** Schistosomiase in the Senegal River basin: before and after the construction of the dams at Diama, Senegal and Manantali, Mali and future prospects. *Journal of Helminthology,* **71**, pp.125-132
64. **Sy O. (2011).** Evolution de la prévalence et de l'intensité des bilharzioses et des géohelminthiases dans la région de Saint-Louis (Sénégal) entre 2003 et 2010. *Thèse de pharmacie*, UCAD, Dakar, 109p.
65. **Talla I, Kongs A, Verle P, Belot J, SARR S. & Cool AM. (1990).** Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal River Bassin. *Annal. Societe. Belge medecin. Tropical.* **70**, pp.173-180
66. **Tchouanguem HN, Fouelifack FY, Keugoung B, Fouelifa LD & Moyou RS. 2016.** Situation actuelle de la schistosomiase dans l'aire de santé de Santchou, (District de

- santé de Santchou, Région de l'Ouest-Cameroun). *Pan African Medical Journal*. **24** (137). 6p.
67. **Thiam N & Diallo A. 2010.** Intégration de la biodiversité d'eau douce dans le processus de développement en Afrique : mobilisation dans l'information et sites de démonstration. Projet de démonstration Bassin du fleuve Gambie. 42p.
68. **Toukara M. 2007.** Les schistosomiasés en milieu urbain : Dynamique et infestivité des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes dans les cours d'eau du district de Bamako. Thèse de doctorat. 126p.
69. **Vidigal THDA, Caldeira RL, Simpson AJG, Carvalho OS. 2000.** Autres études sur la systématique moléculaire des escargots *Biomphalaria* du Brésil. *Mem Inst. Oswaldo Cruz* **95** : 57-66.
70. **Traoré M. 2000.** Importance des aménagements hydrauliques dans la transmission des schistosomes. La lutte contre les schistosomes en Afrique de l'Ouest, Paris, Editions IRD, p.23-28.
71. **Wami WM, Nausch N, Midzi N, Gwisai R, Mduluzi T, Woolhouse M & Mutapi F. 2016.** Comparative Assessment of Health Benefits of Praziquantel Treatment of Urogenital schistosomiasis in Preschool and Primary School-Aged Children. *BioMed Research International*. 11p.
72. **Webster BL, Diaw OT, Seye MM, Webster JP & Rollinson D. 2013.** Introgressive Hybridization of *Schistosoma haematobium* Group Species in Senegal: Species Barrier Break Down between Ruminant and Human Schistosomes. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. **7**(4) : e2110.
73. **Weerakoon KGAD, Gobert GN, Cai P & McManus DP. 2015.** Advances in the Diagnosis of Human Schistosomiasis. *Clin Microbiol Rev*. **28**(4):939-967.
74. **Yapi YG, Toure M, Boka OM, Tia E, Boby OA et Kadjo KA. (2014).** « Dynamique des populations de *Biomphalaria pfeifferi* et de *Bulinus globosus* en zone d'endémie schistosomienne en Côte d'Ivoire ». *European Scientific Journal, ESJ* **10**, n° 17, 25p.
75. **Zein-Eddine R. 2014.** *Bulinus sp* : Epidémiologie moléculaire, structure génétique et phylogénie dans trois pays africains. Interactions avec le genre *Schistosoma*. Santé publique et épidémiologie. Ecole Doctorale n°523 Gay Lussac "Sciences pour l'environnement", Français. 119p.

Référence 2 : Wébographie

1. **ANOFEL (2014)**. Bilharzioses. Université Médicale Virtuelle Francophone. 13p. [En ligne]. Disponible sur: <http://campus.cerimes.fr/parasitologie/poly-parasitologie.pdf>. [Cité 10 déc. 2018 à 12:25:06].
2. **ANOFEL (2016)**. **Distomatoses**. 9p. Médicale Virtuelle Francophone. [En ligne]. Disponible sur: <http://campus.cerimes.fr/parasitologie/enseignement/distomatoses/site/html/1.html>. [Cité 03 avril 2019 à 16:35:24].
3. **ANSD (2013)**. Situation économique et sociale de la région de Fatick. *ANSD/SRSD Fatick : Situation Economique et Sociale régionale*. 115p. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.ansd.sn/ressources/ses/SES-Fatick-2013.pdf> [Cité 24 jan. 2019 à 10:16:31].
4. Cecchi P, Baldé, S et Yapi, GY. (2007). *Mollusques hôtes intermédiaires de bilharzioses dans les petits barrages In : L'eau en partage : Les petits barrages de Côte d'Ivoire* [en ligne]. Marseille : IRD Éditions, (généré le 27 février 2019). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/irdeditions/5596>>. ISBN : 9782709917995. DOI : 10.4000/books.irdeditions.5596.
5. **OMS (2018)**. Schistomiase (bilharziose). Principaux repères. [En ligne]. Disponible sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis>. [Cité 22 février 2019 à 10:45:16]
6. **OMS (2019)**. Schistomiase (bilharziose). Principaux faits. [En ligne]. Disponible sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis>. [Cité 20 Avril 2019 à 14:09:27]