

DEDICACES

Alhamdoulilah

Je rends grâce à Allah, le Tout Puissant de m'avoir donnée la santé et la force de pouvoir produire ce document et je prie sur son Prophète Mouhamed, Paix et Salut sur Lui.

Je dédie ce modeste travail à mon père, **Momar Thiam** et ma mère bien aimée, **Amy Mar**. Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être. Sans vos sacrifices, vos prières et bénédictions, le présent travail n'aurait pas pu être réalisé. Je vous en remercie infiniment. Que le *Tout Puissant* vous accorde une longue vie et une santé de fer.

A mes frères, **Papis, Ibou, Assane, Souley et Mouhamed** et mes sœurs, **Aida et Marie**, vous m'avez toujours rassurée de votre soutien et vos encouragements. Puisse Dieu nous garder unis et soudés. Veuillez percevoir à travers ce travail, l'expression de ma profonde affection et énorme respect.

J'associe à ces dédicaces tous les étudiants du laboratoire, particulièrement à **Fatou S. Diouf, Dame Ndiaye, Mouhamed Gaye, Manthia Diallo, Moussa Diallo**, les techniciens, **Ndiaw Goumbala, Malick Diop et Oumar Baldé** et aux personnels de l'IRD particulièrement à **M. Kokou ABOTSI**. Je vous remercie beaucoup pour votre soutien, vos conseils et vos encouragements, votre bonne collaboration et l'ambiance amicale. Que le bon Dieu vous bénisse.

Au Dr **Doudou Sow** pour ses appuis multiformes dans l'élaboration de ce document. Je vous remercie infiniment pour votre générosité, votre disponibilité, vos conseils et vos encouragements. Que le bon Dieu vous accorde une très longue vie pleine de succès.

A M. **Cheikh B. Fall**, M. **Oumar Niang** et M. **Cheikh Thiam** qui ont largement contribué à la réalisation de mes travaux sur le terrain sans oublier sa famille à Richard-Toll pour l'accueil chaleureux. Que le tout puissant vous bénisse et vous rende votre générosité.

A mes chères amies d'enfance, **Fatou, Nabou, Maimouna, Hadia et Bineta**, mes **parents**, mes **promotionnaires** et à tous ceux qui de près ou de loin nous ont accordé leurs intelligences et leur soutien. Merci pour vos encouragements et votre soutien spirituel. Que la Grâce de Dieu soit votre partage quotidien.

REMERCIEMENTS

Le présent travail a bénéficié du soutien financier du projet de la Jeune Equipe Associée à l'IRD (JEAI) à travers l'Unité de recherche sur les Vecteurs-Infections Tropicales et Méditerranéennes (VITROME) avec la collaboration entre l'IRD et le Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

J'adresse mes sincères remerciements au Pr **Ngor FAYE**, d'avoir accepté de présider ce jury. Je suis très honorée que vous avez malgré vos multiples occupations accepté de présider ce jury. Je vous exprime ma profonde gratitude. Que le bon Dieu vous rende votre générosité et vous bénisse.

Au Dr **Souleymane DOUCOURE**, je vous serai toujours reconnaissante pour m'avoir accueillie dans votre laboratoire et guidée dans ce travail. Je vous suis très reconnaissante pour cette initiation à la recherche et pour toutes les connaissances acquises auprès de vous. Les mots me manquent pour magnifier vos attitudes à mon égard, vous m'avez rendu confiante et courageuse. Vous avez ranimé en moi le goût de la recherche scientifique au travers de votre sens critique et de votre recherche permanente de la perfection. Votre patience, votre douceur, votre rigueur dans le travail m'ont facilitée l'assimilation. Je garderai en souvenir vos qualités d'homme scientifique. Que la Grâce de Dieu soit votre partage quotidien.

Au Dr **Arfang DIAMANKA**, vous avez co-encadré ce travail. Votre immense expérience et votre esprit méthodique font de vous un maître respecté et admirable. Votre accueil courtois et affectif nous a conquis. Votre disponibilité à l'écoute des étudiants m'a toujours marquée. Je vous suis très reconnaissante pour toutes les connaissances que vous m'avez transmises au travers de vos enseignements. Veuillez trouver dans ce document le signe de ma gratitude et de mon profond respect. Que Dieu vous rende votre générosité et vous bénisse.

Au Pr **Gora DIOP**, vous m'avez beaucoup marquée par vos qualités d'homme scientifique, votre disponibilité, et votre rigueur dans le travail. Vous m'avez fait bénéficier de votre expérience scientifique pendant ce master. Que le bon Dieu vous accorde une longue vie.

Au Pr **Alassane SARR**, je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de ce jury mais aussi pour votre disponibilité. Je vous prie d'accepter mes sincères et chaleureux remerciements. Que le bon Dieu vous accorde une longue vie.

A Mr **Philippe PAROLA**, directeur de VITROME, veuillez trouver à travers ce travail, l'expression de ma profonde gratitude et l'énorme respect que je porte à votre endroit.

A Mme **Isabelle HENRY**, représentante de l'IRD au Sénégal pour m'avoir accueillie chaleureusement au sein de son institut.

Au Dr **Cheikh SOKHNA** pour m'avoir bien accueillie au sein de son unité.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANOFEL : Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

B : *Bulinus*

Bi : *Biomphalaria*

GPS : Système de Positionnement Global

HPLC : Chromatographie Liquide Haute Performance

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LAMA : Laboratoire d'Analyse des Moyens Analytiques

MALDI-TOF MS : Désorption / ionisation laser assistée par matrice Temps de vol en masse Spectrométrie.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PZQ : Praziquantel

UCAD : Université Cheikh Anta Diop de Dakar

VITROME : Vecteurs - Infections Tropicales et Méditerranéennes

INTRODUCTION

La bilharziose ou schistosomiase est la deuxième endémie parasitaire mondiale (Gentilini, 2012; Tchouanguem *et al.*, 2016), seul le paludisme la précède par ordre d'importance sur le plan sanitaire et socio-économique dans les régions tropicales et subtropicales (OMS, 1998). Sa transmission a été signalée dans 78 pays avec un nombre de décès estimé entre 10100 et 200000 par an au niveau mondial. En 2016, 206 millions de personnes dont 92 % en Afrique avaient besoin d'un traitement contre la bilharziose (OMS, 2019). La bilharziose est une maladie hydrique (Doumenge & Reaud-Thomas, 1988) touchant essentiellement les enfants d'âge scolaire et les jeunes adultes (Weerakoon *et al.*, 2015). Elle est causée par des vers appartenant au genre *Schistosoma* (Gryseels *et al.*, 2006) dont le stade adulte vit dans le système circulatoire des mammifères, hôtes définitifs du parasite, et évolue au stade larvaire chez un mollusque d'eau douce qui représente l'hôte intermédiaire (ANOFEL, 2014). Un facteur déterminant de la dispersion géographique croissante des hôtes intermédiaires et, par conséquent de la schistosomiase est la mise en œuvre de projets hydro-agricoles qui créent les conditions environnementales favorables au développement et à la multiplication intense des mollusques (Soughate, 1997 ; Sène *et al.*, 2004). Au Sénégal, les mollusques d'eau douce des genres *Bulinus* et *Biomphalaria* sont responsables de la transmission de la bilharziose uro-génitale et intestinale respectivement. La bilharziose intestinale est surtout localisée au Nord dans la vallée du fleuve, où la transmission est pérenne alors que la forme uro-génitale est présente dans toutes les régions du pays sauf à Dakar. La stratégie de lutte contre les bilharzioses est principalement basée sur la chimiothérapie avec le praziquantel (PZQ), médicament de premier choix, efficace contre toutes les espèces de schistosomes (Sène *et al.*, 2000) permettant de réduire ou d'éliminer l'infection (Senghor *et al.*, 2015; Senghor *et al.*, 2016 ; Wami *et al.*, 2016). Cependant, le PZQ ne protège pas contre le risque élevé de réinfestation dû au contact humain fréquent avec les eaux contaminées (Alkalay *et al.*, 2014) ce qui explique les prévalences relativement élevées après les campagnes de traitement de masse dans les zones endémiques (Webster *et al.*, 2013). Ainsi, il devient nécessaire de trouver des outils de lutte complémentaires à la chimiothérapie de masse afin de réussir à rompre durablement le cycle de transmission de la maladie. Dans cette optique, la lutte contre les mollusques est une stratégie largement préconisée dans le contrôle de la schistosomiase. La réussite des stratégies de lutte contre les mollusques passe par une connaissance de leur bio-écologie permettant ainsi une bonne identification et cartographie de la faune

malacologique et la connaissance du comportement des différentes espèces. Ces connaissances peuvent servir de base à la conception et à la mise en place de méthodes de lutte efficaces, peu coûteuses et durables (Laamrani & Boelee, 2002). De la même manière, elles peuvent aussi aider à mieux comprendre les interactions avec le parasite et l'hôte définitif ce qui permet de mieux appréhender la dynamique de la transmission et l'épidémiologie de la maladie. Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'un modèle expérimental permettant aussi bien d'étudier la bionomie des mollusques et leur adaptation aux différents stimuli. Ceci passe nécessairement par la mise en place d'un élevage afin d'obtenir une connaissance plus approfondie des mollusques, hôtes intermédiaires et de contribuer ainsi à l'amélioration des stratégies de lutte contre les schistosomiasés au Sénégal. L'objectif principal de notre étude est de mettre en place une plateforme malacologique pour étudier la bio-écologie des mollusques vecteurs des schistosomes au Nord et au Centre du Sénégal. Cette étude permettra de:

- i) évaluer la possibilité d'utiliser le MALDI-TOF pour l'identification des différentes espèces de mollusques,
- ii) déterminer les conditions de survie et de croissance des mollusques,
- iii) mesurer la capacité de reproduction des mollusques en élevage,
- iv) décrire la compétition entre différentes espèces de mollusque et
- v) mesurer le niveau d'adaptation des mollusques à des conditions « écologiques » extrêmes.

Le présent mémoire s'articulera autour de trois principaux chapitres. Le premier traite de la synthèse bibliographique, le deuxième est consacré à la présentation du matériel et des méthodes et le troisième présente les résultats et discussion.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Importance épidémiologique des mollusques

Parmi les nombreuses espèces de mollusques des milieux dulçaquicoles, un certain nombre de gastéropodes jouent un rôle déterminant dans la transmission de digènes et de nématodes. La plupart des espèces de schistosomes et de douves sont transmises par les gastéropodes de la famille des *Planorbidae* et des *Lymnaeidae*. Quelques unes seulement passent par des *Prosobranches* (Dreyfuss & Rondeleaud, 2011). Les mollusques occupent une place très importante dans la prolifération des parasitoses (tableau I) car une prévalence parasitaire très faible (1%) chez les mollusques suffit à maintenir l'endémicité d'une parasitose dans un foyer (Dreyfuss & Rondeleaud, 2011). Les mollusques d'eau douce interviennent à la fois dans la transmission des bilharzioses humaines et des trématodoses animales (Diaw, 1988).

Tableau I : Principales maladies parasitaires transmises par les mollusques

Hôtes définitifs	Trématodoses	Nématodoses
Homme+Animal	Bilharzioses Distomatoses	Trichobilharzioses Echinostomoses
Animal	Amphistomoses gastroduodénales Dicrocoelioses	Protostrongylidoses
Homme	Bilharziose à <i>S. haematobium</i>	

I.2. Généralités sur la bilharziose

La bilharziose est une maladie parasitaire due à des vers hématophages qui vivent dans le système circulatoire de l'homme et de certains mammifères sauvages ou domestiques (Fortmann-Ravoniarilala, 2005). Les bilharzioses sont des maladies hydriques à transmission urinaire ou fécale, faisant intervenir des mollusques d'eau douce (Aubry & Ba, 2017). Il existe principalement deux formes de schistosomiase : intestinale et urogénitale (tableau II). Cette dernière se manifeste principalement par une hématurie. Chez l'enfant, elle peut causer une anémie, un retard de croissance et des conséquences graves comme la stérilité (OMS, 2018). La bilharziose intestinale peut provoquer des douleurs abdominales, de la diarrhée et l'apparition de sang dans les selles (OMS, 2018). Les mollusques du genre *Bulinus* servent d'hôtes intermédiaires aux agents de la bilharziose urinaire (Zein-Eddine, 2014) et ceux du genre *Biomphalaria* aux schistosomes responsables de la forme intestinale (Yapi *et al.*, 2014). D'autres espèces de schistosomes comme *S. bovis*, *S. curassoni*, *S. matthei*, *S. leiperi* et *S.*

margrebowiei capables d'infester les animaux sauvages ou domestiques (Abbasi *et al.*, 2007 ; Kane *et al.*, 2008) peuvent partager les mêmes hôtes intermédiaires et les mêmes zones de répartition que les schistosomes humains. Cette situation permet l'interaction entre les parasites humains et animaux et favorise l'émergence de souches hybrides de schistosomes qui peuvent avoir un spectre d'hôtes définitifs plus large et/ou plus résistantes au traitement antiparasitaire (Webster *et al.*, 2013).

I.2.1. Répartition spatiale de la bilharziose

Les bilharzioses sont réparties sur plusieurs continents (Afrique, Asie, Amérique latine). Les populations africaines sont à la fois exposées à la forme urinaire et à deux formes intestinales alors que l'Asie orientale et l'Amérique du Sud ne comportent qu'une seule forme intestinale de la bilharziose (Doumengué & Raud-Thomas, 1988). Une épidémie de schistosomiase urogénitale a été détectée en Europe en 2014, avec des patients atteints en France, Allemagne et Italie (Boissier, 2015). La bilharziose intestinale due à *S. mansoni* est très répandue dans le monde avec une importante extension en Afrique tropicale (Sy *et al.*, 2011). Elle est la seule schistosomose américaine. Elle touche les Antilles et l'Amérique du Sud mais respecte l'Asie, sauf la péninsule arabique (ANOFEL, 2016). Avec l'introduction de *S. mansoni* en Mauritanie, au Sénégal et en Somalie, la schistosomiase intestinale est présente dans 54 pays (Southgate, 1997 ; Chitsulo *et al.*, 2000). En Afrique, la schistosomiase urogénitale reste un problème de santé publique, causant 150 000 décès par an et environ 112 millions de cas diagnostiqués (Pennington *et al.*, 2014).

Tableau II : Espèces parasitaires et répartition de la schistosomiase (OMS, 2018)

Forme	Espèce	Distribution géographique
Intestinale	<i>Schistosoma mansoni</i>	Afrique, Moyen-Orient, Caraïbes, Brésil, Venezuela et Suriname
	<i>Schistosoma japonicum</i>	Chine, Indonésie, Philippines
	<i>Schistosoma mekongi</i>	Plusieurs districts du Cambodge et de la République démocratique populaire lao
	<i>Schistosoma guineensis</i> et apparentés <i>S. intercalatum</i>	Zones de forêt pluviale d'Afrique centrale
Urogénitale	<i>Schistosoma haematobium</i>	Afrique, Moyen-Orient, Corse (France)

I.2.2. Les schistosomes

I.2.2.1. Position systématique

Les schistosomes appartiennent au règne Animal, sous-règne des Métazoaires triploblastiques, à l'embranchement des Plathelminthes, à la classe des Trématodes, à la sous-classe des Digènes, à l'ordre des Strigeatida, à la famille des Schistosomatidae, à la sous-famille des Schistosomatinae et au genre *Schistosoma* Weinland, 1858 (Soko *et al.*, 2017). Parmi les dix-neuf espèces de parasites identifiées, cinq sont pathogènes pour l'homme et les quatorze autres espèces sont zoophiles (Fortmann-Ravoniarilala, 2005).

I.2.2.2. Morphologie des schistosomes

Les cinq espèces de schistosomes touchant l'homme sont subdivisées en trois groupes selon la morphologie des œufs et présentent une répartition géographique variable (Fortmann-Ravoniarilala, 2005) :

- ✚ Le groupe à œuf à éperon latéral renferme une unique espèce, *Schistosoma mansoni*, agent de la bilharziose intestinale
- ✚ Le groupe à œuf à éperon terminal englobe deux espèces : *S. haematobium*, agent de la bilharziose urinaire, *S. intercalatum* et une espèce jumelle *S. guineensis* (au sein du taxon de *S. intercalatum*), agents de la bilharziose rectale.
- ✚ Le groupe à œuf à éperon rudimentaire englobe deux espèces responsables d'une schistosomose intestinale : *S. japonicum* et *S. mekongi* (figure 1).

Toutes les espèces de schistosomes sont identiques morphologiquement au stade adulte avec quelques différences entre les mâles et les femelles (plus longues et plus minces). Les schistosomes sont des vers plats non segmentés, blancs ou grisâtres de 7-20 mm de longueur avec un corps cylindrique qui comporte deux ventouses terminales, un complexe tégument, un tractus digestif aveugle et des organes reproducteurs (Gryseels *et al.*, 2006). Le corps du mâle forme un canal gynécophore dans lequel se loge la femelle (figure 2) pour atteindre sa maturité (Gryseels *et al.*, 2006) et ne se libère qu'au moment de la ponte.



Figure 1 : Œufs de schistosomes

<https://image.slidesharecdn.com/bilharziose-13010.jpg>

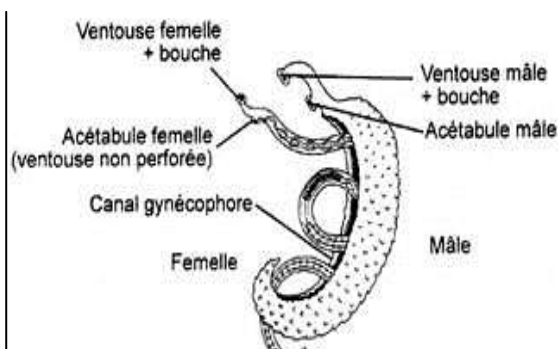


Figure 2 : Couple de schistosomes adultes

<http://www.biodeug.com/cours/balic/0310.jpg>

I.2.2.3. Cycle biologique des schistosomes

Toutes les espèces de schistosomes ont un cycle parasitaire qui passe par un mollusque gastéropode d'eau douce (Soko *et al.*, 2017) chez qui se déroule la phase asexuée et un hôte définitif, chez qui s'opère la partie sexuée (Cécchi *et al.*, 2007). Lorsque des excréta contenant des œufs de schistosomes sont éliminés dans le milieu extérieur et si les conditions sont favorables (eau douce, pH voisin de la neutralité et température entre 18°C et 33°C), les œufs éclosent et libèrent une forme larvaire ciliée : le miracidium qui nage à la recherche de l'hôte intermédiaire spécifique de l'espèce de schistosome (ANOFEL, 2014). Au sein du mollusque, le parasite mûrit et se multiplie au deuxième stade larvaire, la cercaire (Perez-Saez *et al.*, 2016). Les cercaires quittent le mollusque par effraction et nagent à la recherche de l'hôte définitif qu'il infecte par pénétration transcutanée lors d'un contact avec l'eau infestée (Perez-Saez *et al.*, 2016). Puis ils cheminent par voie veineuse et lymphatique jusqu'au cœur droit. Elles arrivent dans les poumons puis dans le foie et deviennent adultes en deux mois environ. Après accouplement, les femelles vont s'installer pendant des années dans le plexus veineux péri-vésical pour *S. haematobium* et le plexus veineux péri-colique pour *S. mansoni*. Une fois installées, les femelles pondent d'innombrables œufs (Biomnis, 2012) qui sont éliminés par les selles et les urines (figure 3).

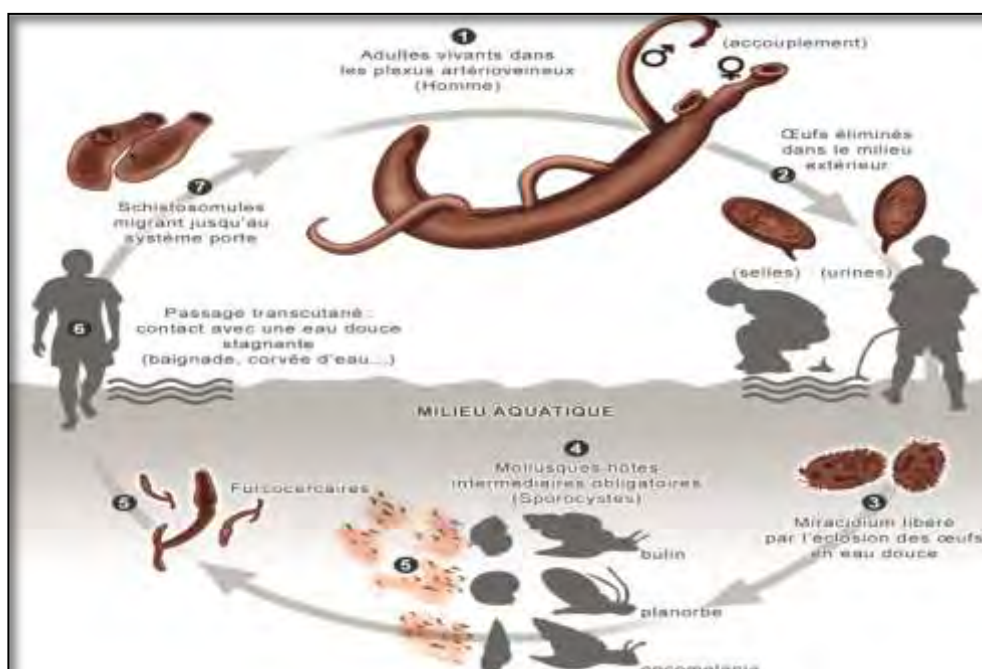


Figure 3 : Cycle évolutif des schistosomes

<http://campus.cerimes.fr/parasitologie/enseignement/bilharzioses/site/html/imagess/f20-05-9782294748394.JPEG>

I.3. Généralités sur les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes

I.3.1. Position systématique

Dans le phylum des Mollusques on distingue deux classes qui sont présentes en eaux douces : les Lamellibranches (Bivalves) et les Gastéropodes (Mary, 2017) subdivisés en deux sous-classes : les Prosobranches et les Pulmonés. La sous-classe des Pulmonés renferme plusieurs familles dont les Planorbidae, Physidae, Lymneidae, Ancyliidae. Il existe environ 350 espèces de gastéropodes d'importance médicale ou vétérinaire (Rozendaal, 1999). Les mollusques, hôtes intermédiaires des schistosomes, appartiennent à la classe des Gastéropodes, à la sous-classe des Pulmonés, à l'ordre des Basommatophora, à la superfamille des Planorboidea, à la famille des Planorbidae, renfermant la sous-famille des Bulininae et celle des Planorbinae. L'hôte de *S. haematobium* et *S. intercalatum* appartient au genre *Bulinus*, celui de *S. mansoni* au genre *Biomphalaria* (Doumengué & Raud-Thomas, 1988).

I.3.1.1. Sous-famille des *Bulininae*

Les bulins représentent le groupe de gastéropodes le plus fréquent en Afrique (Brown, 1994). Ils sont également très répandus à Madagascar et au Moyen-Orient. Elle renferme les genres *Indoplanorbis* et *Bulinus* (Brown & Kristensen, 1993). Ce dernier comporte 37 espèces réparties en trois groupes et un complexe (Zein-Eddine, 2014) :

Complexe *B. truncatus/tropicus* constitué de 14 espèces qui se caractérisent par une coquille lisse et ne possèdent pas des micro-sculptures. *B. truncatus* (Audouin, 1827), *B. tropicus* (Krauss, 1848) et *B. natalensis* (Kuster, 1841) sont les plus connus.

Groupe *B. africanus* renferme 10 espèces. Les espèces de ce groupe possèdent une coquille globuleuse avec une spire plus courte que l'ouverture avec la présence des micro-sculptures sur les tours de spire supérieurs. Les plus connus sont *B. globosus* (Morelet, 1866), *B. africanus* (Krauss, 1848) et *B. umbilicatus* (Mandahl-Barth, 1973).

Groupe *B. forskalii* regroupe 11 espèces caractérisées par une coquille très effilée et lisse. Chez les adultes, la spire est plus haute que l'ouverture. *B. forskalii* (Ehrenberg, 1831), *B. senegalensis* (Muller, 1781) et *B. camerunensis* (Mandahl-Barth, 1957) sont plus représentés.

Groupe *B. reticulatus* comprend uniquement : *B. reticulatus* (Mandahl-Barth, 1954) en Afrique de l'Est et *B. wrighti* (Mandahl-Barth, 1965) en Arabie Saoudite. Ces deux espèces ont en commun des caractères morphologiques et moléculaires.

I.3.1.2. Sous-famille des *Planorbinae*

Cette sous-famille renferme plusieurs genres dont les plus répandus sont : *Biomphalaria*, *Helisoma*, *Ceratophyllus*, *Segmentorbis*, *Lentorbis*, *Afrogyrus* et *Gyraulus* (Kristensen, 1985). Le genre ***Biomphalaria*** est réparti en quatre groupes : Groupe *pfeifferi*, Groupe *alexandrina*, Groupe *choanomphala* et le Groupe *sudanica*. Il comporte deux espèces majeures, *B.pfeifferi* (en Afrique) et *B. glabrata* (en Amérique) et quelques espèces plus localisées, *B. stanleyi*, *B. alexandrina*, *B. camerunensis*, *B. sudanica* et *B. choanomphala*, *B. straminea* et *B. tenagophila* en Amérique (Doumengue & Raud-Thomas, 1988).

I.3.2. Distribution des mollusques hôtes intermédiaires au Sénégal

- ✚ ***Biomphalaria pfeifferi*** est le seul hôte intermédiaire de *S. mansoni* au Sénégal (Diaw *et al.*, 1999). Il colonise presque tous les points d'eau où il est généralement dominant (Talla *et al.*, 1990).
- ✚ ***Bulinus senegalensis*** (Muller, 1781) est plus fréquent dans les régions de Saint-Louis, Tambacounda, Kaolack et Fatick (Diaw *et al.*, 1999 ; Senghor *et al.*, 2015).
- ✚ ***Bulinus umbilicatus*** (Mandahl-Barth, 1973) rencontré fréquemment à Saint-Louis et Tambacounda (Ndir *et al.*, 2000), est aussi retrouvé à Fatick (Senghor *et al.*, 2015).
- ✚ ***Bulinus globosus*** (Morelet, 1866), est très fréquemment retrouvé dans le delta du fleuve Sénégal et dans les régions de Tambacounda et Kaolack (Ndir *et al.*, 2000).
- ✚ ***Bulinus truncatus*** Audouin, 1827 est très répandu dans le delta du fleuve Sénégal et autour du lac de Guiers (Ndir *et al.*, 2000 ; Ndione *et al.*, 2018).
- ✚ ***Bulinus forskalii*** est plus abondant à Kaolack et à Saint-Louis (Diaw *et al.*, 1999).

I.3.3. Bio-écologie des mollusques hôtes intermédiaires

I.3.3.1. Biotope des mollusques hôtes intermédiaires

La condition indispensable pour la vie des mollusques vecteurs est l'existence d'eau douce. Le type d'habitat va des collections d'eau naturelles telles que les lacs, mares résiduelles, mares temporaires, ruisseaux, aux gîtes artificiels tels que les barrages de retenue, étangs ou canaux d'irrigation (Brown, 1980 ; Sellin *et al.*, 1981). L'habitat peut être permanent ou temporaire (Diaw *et al.*, 1999). Les eaux stagnantes ou à faible débit constituent leurs lieux de prédilection (Dreyfuss & Rondeleaud, 2011). Ils vivent dans des étendues d'eau douce bien oxygénées, peu profondes (1 à 2 m) près des rives qui leur servent d'abris et de réserve de nourriture (Madsen, 1982). La température d'eau idéale est de 25°C et au dessous de 15-17°C il n'y a pas de développement. Par contre, au dessus de 29-30°C les planorbidae peuvent

mourir (Tounkara, 2007). De nombreuses espèces peuvent survivre à un assèchement temporaire du milieu en s'enfouissant dans la boue (Mouthon, 1982).

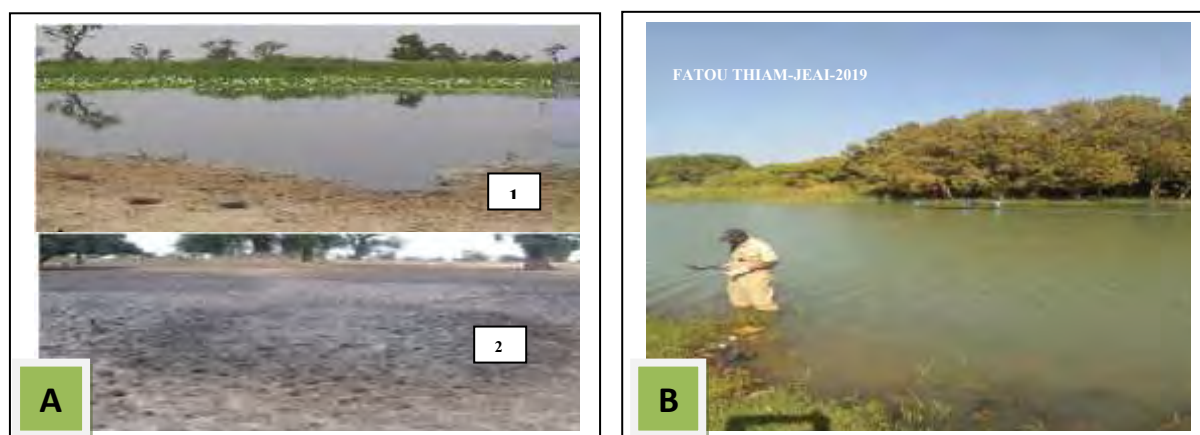


Figure 4 : Habitats des mollusques, temporaire [A] (Senghor *et al.*, 2015) et permanent [B]
(1 = saison des pluies et 2 = saison sèche)

I.3.3.2. Cycle biologique des mollusques hôtes intermédiaires

Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes sont sans exception hermaphrodites. Ils pratiquent deux types de reproduction : l'autofécondation des individus vierges et isolés à l'absence de partenaire et l'allofécondation où l'un des individus agit comme mâle. Si un individu est isolé après la copulation, les stocks de spermatozoïdes permettent l'allofécondation au cours des mois suivants (Zein-Eddine, 2014). Dans des conditions favorables et pendant la période où l'eau est suffisamment chaude (OMS, 1983), les œufs sont pondus par lots, une vingtaine environ, regroupés les uns contre les autres sur des supports (Poda *et al.*, 1994) : pierres, végétaux et coquilles de leurs congénères de façon intermittente dans des capsules gélatineuses aplaties. Les œufs sont vaguement circulaires et de couleur jaunâtre chez les mollusques des genres *Biomphalaria* et *Bulinus* (Thiam & Diallo, 2010). Un gastéropode pond jusqu'à 1000 œufs au cours de son existence (Tounkara, 2007). La température minimale pour la ponte varie considérablement d'une espèce à l'autre, et même d'une lignée à l'autre (OMS, 1983). La température optimale pour la fécondité et la croissance est de 25 ° C environ. La période de grande reproduction, correspond généralement à la saison pluvieuse (Senghor *et al.*, 2015). La durée d'incubation des œufs est fonction des conditions climatiques (Dreyfuss & Rondeleaud, 2011). Si les conditions de températures sont bonnes l'éclosion des œufs peut avoir lieu au bout d'une à trois semaines. En général, la longévité des mollusques ne dépasse pas un an (OMS, 1983).

I.3.3.3. Anatomie des mollusques gastéropodes

Le corps d'un gastéropode comprend deux parties nettement distinctes : au dessous la partie tête et pied, la seule qui sort normalement de la coquille et au dessus la masse viscérale, qui est toujours cachée dans la coquille. La partie tête et pied porte à l'avant la tête avec une ou deux paires de tentacules, les yeux et la bouche qui est généralement entourée d'une paire de palpes labiales. Le pied qui sert en partie à la locomotion et en partie au gastéropode de se fixer, porte un opercule chez les prosobranches, cet opercule ne se retrouve pas dans toutes les familles de Pulmonés. Le manteau prolonge la paroi de la masse viscérale vers la tête où le repli qu'il forme détermine la cavité pulmonaire des Pulmonés ou la cavité palléale des Prosobranches. Un grand nombre d'organes sont fixés au manteau et on les nomme dans leur ensemble les organes palléaux. La masse viscérale logée dans les tours coquilliers comprend un appareil digestif, circulatoire, excréteur et reproducteur (Moyroud *et al.*, 1983). La radula située sur la face ventrale de la bouche se présente sous la forme d'un ruban chitineux portant plusieurs rangées transversales de petites dents sur la face dorsale. Chaque rangée comporte une dent centrale, des dents latérales et marginales dont le nombre peut dépendre de l'âge de l'animal. Chez les Pulmonés, la dent centrale est pourvue de deux cuspides et les dents latérales de trois cuspides appelés endocone, mesocone et ectocone (Lévêque, 1980).

I.3.3.4. Morphologie et identification des mollusques hôtes intermédiaires

Les mollusques d'intérêt médical et vétérinaire sont protégés par une coquille dont la morphologie sert encore de base pour la spéciation (Dreyfuss & Rondeleaud, 2011). La coquille des gastéropodes est constituée d'une seule pièce alors que celle des lamellibranches est composée de deux valves indépendantes mais articulées entre elles (Lévêque, 1980). Sécrétée par le manteau au fur et à mesure de la croissance de l'animal, la coquille comprend un tube conique qui s'enroule en spirale ; elle peut être de forme ovale, plus haute que large, aplatie ou discoïde. L'extrémité du tube est appelée « apex », les anneaux de la spire, « tours » et la limite de l'ouverture du tube « péristome » (Diaw *et al.*, 1999) Les tours de spire sont délimités par un sillon plus ou moins profond : la suture (figure 5). Sa forme est déterminée par la hauteur et la largeur des spires et par son orifice (Mary, 2017).

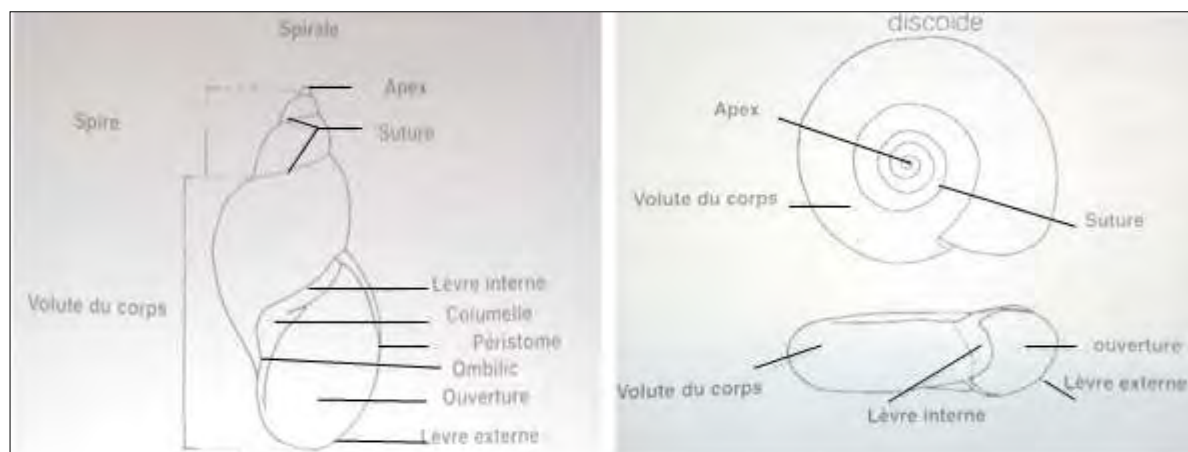


Figure 5 : Coquille de Gastéropode (Diaw *et al.*, 1999)

❖ Sous-famille des *Planorbinae*

Toutes les espèces de cette sous-famille ont une coquille plate, discoïde, dextre en apparence car l'animal la porte en position inversée si bien que le côté correspondant à l'apex chez les autres mollusques est leur côté inférieur et le côté correspondant à l'ombilic chez les autres mollusques est leur côté supérieur.

Genre *Biomphalaria* (Preston, 1910)

Ce genre comporte tous les plus grands Gastéropodes planorbidés Africains à coquille discoïde sauf *Planorbarius metidjensis*. La coquille forme un disque de hauteur variable et dont le diamètre est compris entre 7-22 mm. Les tours sont arrondis ou plus ou moins anguleux et leur nombre varie de 3.5 à 7. La coquille peut être de couleur cornée, brune (claire ou foncée), presque blanche, rougeâtre ou masquée par une couche grisâtre ou noirâtre. La sculpture comporte des lignes de croissance incurvées ou croisées. Les jeunes possèdent une coquille plus haute et relativement plus étroite (Mandahl-Barth, 1959). Le dernier tour des spécimens de taille adulte s'ouvre lentement (Kristensen, 1985). Les mollusques du **groupe *pfeifferi*** présentent une coquille mesurant généralement moins de 15 mm de diamètre (Moyroud *et al.*, 1983), avec un maximum de 5 tours convexes ou anguleux des deux côtés. Chez la plupart des formes, le diamètre de la coquille est égal à deux fois et demie la hauteur du dernier tour qui est plus grande que l'ombilic. Chez *Bi. pfeifferi* (figure 6a) le diamètre de l'ombilic est plus petit que la hauteur du dernier tour (Kristensen, 1985).

❖ Sous famille des *Bulininae*

Genre *Bulinus*

Les bulins présentent une coquille à surface mate (Mandahl-Barth, 1959), sénestre (figure 6b), plus haute que large dans les formes qui ont une spire basse et relativement plus étroite dans les formes qui ont une spire haute. Elle est sous forme de cône inversé, ovale parfois plus allongée au point de devenir presque cylindrique. La hauteur varie de 4 à 23 mm. Le nombre de tours peut atteindre 7 pour la plupart. Les tours sont uniformément arrondis mais quelques-unes peuvent présenter un angle obtus sur la face supérieure. L'ouverture est haute et large dans les formes qui ont une spire haute. Le bord columellaire est soit droit, soit plus ou moins torse. La couleur peut être blanche, brune marron foncé ou brune plus ou moins claire souvent masquée par un enduit grisâtre ou noir. La sculpture est constituée de lignes de croissance transversales mais quelques formes présentent des côtes plus ou moins prononcées mieux développés sur les premiers tours en général (Mandahl-Barth, 1959).



Figure 6a: Photo de *Biomphalaria pfeifferi*



Figure 6b : Photo de *Bulinus truncatus*

Les méthodes d'identification morphologiques sont basées sur la taille et la forme de la coquille des mollusques (Zein-Eddine, 2014). Le rapport entre la hauteur et la largeur de coquille a été utilisé comme caractère taxonomique mais il est peu fiable car il est difficile de standardiser la croissance des mollusques et de reconnaître exactement un individu de taille juvénile ou mature (Zein-Eddine, 2014). L'identification des espèces vectrices reposant sur ces caractéristiques morphologiques nécessite des compétences techniques spécifiques et peut entraîner des erreurs d'identification (Raharimalala *et al.*, 2017).

I.3.4. Méthodes d'identification des mollusques par les marqueurs moléculaires

L'identification morphologique à l'aide de paramètres anatomiques internes est susceptible d'erreur, surtout lorsque les espèces sont morphologiquement similaires (Vidigal *et al.*, 2000). C'est pourquoi des méthodes basées sur des marqueurs moléculaires ont été développées et ont produit des résultats qui ont permis d'identifier des différences génétiques significatives d'espèces et de populations. Une combinaison des gènes ITS2 et Cox1 a été

utilisée pour caractériser plusieurs espèces de *Bulinus* provenant de plusieurs pays. Ces travaux ont permis l'identification de certaines espèces au sein des quatre groupes de *Bulinus* (Kane *et al.*, 2008). L'étude de cinq populations sénégalaises du complexe *B. truncatus/tropicus* ont permis l'identification des espèces de *B. truncatus* et de *B. tropicus* (Nalugwa *et al.*, 2010). Cependant l'utilisation des outils de biologie moléculaire coûte chère et prend beaucoup de temps (Raharimalala *et al.*, 2017).

I.4. Stratégies de lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes

La lutte contre la bilharziose repose essentiellement sur l'utilisation du PZQ distribué en masse dans les zones endémiques. Cependant, il est à noter qu'après plusieurs rounds de traitement à base du PZQ, le taux de guérison peut rester faible maintenant ainsi l'endémicité de la bilharziose. Par exemple, un taux de guérison de 18% a été observé après douze semaines de traitement de la bilharziose intestinale dans le village de Ndombo au nord du Sénégal (Sène, 2000). A Niakhar, le contrôle de la schistosomiase urogénitale par un traitement annuel répété par PZQ a permis de réduire la prévalence mais des réinfestations étaient toujours observées (Senghor *et al.*, 2016). Ce qui signifie l'importance d'associer des stratégies de lutte complémentaires à la chimiothérapie. C'est pourquoi le contrôle des mollusques dans le but de briser le cycle est devenu une stratégie largement préconisée (Diaw *et al.*, 1999). La lutte contre les mollusques peut se décliner sous plusieurs stratégies.

I.4.1. Lutte chimique

Elle repose sur l'utilisation des molluscicides soit d'origine chimique (Niclosamide ou Bayluscide®) soit d'origine végétale tels que l'*Endod* (Zein-Eddine, 2014), *Anacardium occidentale*, *Ambrosia maritima*, *Polygonum senegalense*.... Le niclosamide était un produit largement utilisé dans la lutte contre les mollusques. Il est actif contre les mollusques, leurs œufs, les miracidia et les cercaires et il n'est pas toxique pour l'homme (Diaw *et al.*, 1999). Cependant les pulvérisations de Niclosamide ont été arrêtées compte tenu du faible rapport coût/efficacité, de l'action sur les organismes non cibles et de la réinfestation rapide des populations traitées (Coulibaly, 2000). D'énormes difficultés sont aussi liées à la pratique car les mollusques sont des vecteurs fuyants, leurs habitats sont constamment modifiés et certains molluscicides n'épargnent pas les poissons (Anofel, 2014).

I.4.2. Lutte biologique

Elle est principalement basée sur l'introduction de prédateurs naturels (canards, poisson, sangsues, certaines larves d'insectes) ou d'autres espèces compétitrices, rivales ou parasites des mollusques. L'étude de trois espèces de gastéropodes compétitrices : *Thiera granifera*, *Marisa cornuarietis* et *Helisoma sp*, avait montré une efficacité que dans des biotopes déterminés (Diaw *et al.*, 1999). Une tentative de lutte avec *Marisa cornuarietis* avait eu lieu au Mali en 1983, mais un montage expérimental a montré que *Marisa* est un ravageur des cultures de riz (Coulibaly, 2000). Des alternatives plus naturelles sont envisagées, c'est le cas du « projet crevette » dont le but est de réintroduire l'espèce *Macrobrachium vollehovenii* dont l'écosystème a été bouleversé par la construction du barrage de Diama (Alkalay *et al.*, 2014). Dans le passé, l'utilisation des crevettes dans le contrôle de la schistosomiasé a été suggérée mais elle a été largement rejetée en raison de l'argument selon lequel la pêche à la crevette par les populations humaines indigènes locales pourraient nuire à leur efficacité en tant qu'agents de contrôle (Sokolow *et al.*, 2014). L'utilisation de ces moyens reste très ponctuelle compte tenu des risques de déséquilibre des milieux concernés.

I.4.3. Lutte environnementale

Elle ne peut être appliquée que pour des actions géographiquement limitées. On peut préconiser le faucardage des végétaux aquatiques supérieurs à proximité des zones de fréquentation des collections d'eau. Cette manœuvre permet de limiter l'apport alimentaire des mollusques et la surface de ponte des œufs (Zein-Eddine *et al.*, 2014). Il est admis que l'augmentation de la fréquence et de la durée de mise en eau des canaux d'irrigation permettent de diminuer la densité relative des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasés (Laamrani & Boelee, 2002). Le déboisement avant la mise en eau des barrages et le désherbage des canaux d'irrigation après la mise en eau contribuent à diminuer les supports et les matières organiques dont les mollusques hôtes intermédiaires ont besoin pour se développer (Traoré, 2000).