

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple – Un But – Une Foi



U.S.T.T-B

Université des Sciences, des Techniques et des
Technologies de Bamako

USTTB



F.M.O.S

Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

FMOS

Année Universitaire : 2024-2025

Thèse N° : /

THEME

**EVALUATION TEMPORELLE DES ESPECES DE CERCAIRES
ET DES MOLLUSQUES, HOTES INTERMEDIAIRES,
IMPLIQUES DANS LA TRANSMISSION DE LA
SCHISTOSOMOSE UROGENITALE A BAMAKO, MALI.**

Présentée et Soutenue publiquement le 16 / 01 / 2026 devant le jury de la
Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie par

M. Komlan Marc AGBATI

Pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine
(Diplôme d'Etat)

JURY

Président : M. Mahamadou Ali THERA, Professeur Titulaire

Membres : M. Djibril M. COULIBALY, Maître de Conférences Agrégé
M. Mamadou COULIBALY, Spécialiste de Santé Publique

Invité : M. Privat K. AGNIWO, Biologiste

Directeur : M. Amadou NIANGALY, Maître de Conférences

LISTE DES ENSEIGNANTS CHERCHEURS

**LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE MEDECINE ET
D'ODONTOSTOMATOLOGIE**

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024-2025

ADMINISTRATION

DOYEN : Mme Mariam SYLLA -- PROFESSEUR

VICE-DOYEN : Mr Mamadou Lamine DIAKITE -- PROFESSEUR

SECRETAIRE PRINCIPAL : Mr Monzon TRAORE -- MAITRE DE CONFERENCES

AGENT COMPTABLE : Mr Yaya CISSE -- INSPECTEUR DU TRESOR

LES ENSEIGNANTS A LA RETRAITE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale
2	Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histo-Embryologie
3	Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie Réanimation
4	Mme Diénéba DOUMBIA	Anesthésie/Réanimation
5	Mr Ibrahim I MAIGA	Bactériologie - Virologie
6	Mr Bouba DIARRA	Bactériologie - Virologie
7	Mr Bréhima KOUMARE	Bactériologie - Virologie
8	Mr Bakary Y. SACKO	Biochimie
9	Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
10	Mr Boubakar DIALLO	Cardiologie
11	Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
12	Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
13	Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
14	Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
15	Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
16	Mr Oumar WANE	Chirurgie Dentaire
17	Mr Abdel Karim KOUMARE	Chirurgie Générale
18	Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
19	Mr Filifing SISSOKO	Chirurgie Générale

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

20	Mr Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
21	Mr Youssouf SOW	Chirurgie Générale
22	Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
23	Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie-Léprologie
24	Mme Hawa THIAM	Dermatologie
25	Mr Somita KEITA	Dermatologie-Léprologie
26	Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie-Diabétologie
27	Mr Yeya Tiémoko TOURE	Entomologie Médicale, Biologie cellulaire, Génétique
28	Mr Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
29	Mr Aly GUINDO	Gastro-Entérologie
30	Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-Entérologie
31	Mr Moussa Y MAIGA	Gastro-Entérologie - Hépatologie
32	Mr Amadou DOLO	Gynécologie/Obstétrique
33	Mme Fatimata Sambou DIABATE	Gynécologie/Obstétrique
34	Mr Issa DIARRA	Gynécologie/Obstétrique
35	M. Mamadou TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
36	Mr Moustapha TOURE	Gynécologie/Obstétrique
37	Mr Niani MOUNKORO	Gynécologie/Obstétrique
38	Mme SY Assitan SOW	Gynécologie/Obstétrique
39	Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
40	Mr Amadou TOURE	Histo-Embryologie
41	Mr Boulkassoum HAIDARA	Législation
42	Mr Abdoulaye Ag RHALLY	Médecine Interne
43	Mr Ali Nouhoum DIALLO	Médecine Interne
44	Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
45	Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
46	Mr Mahamane Kalilou MAIGA	Néphrologie
47	Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
48	Mr Cheick Oumar GUINTC	Neurologie
49	Mr Souleymane TOGORA	Odontologie

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

50	Mme Fatimata KONANDJI	Ophtalmologie
51	Mr Sanoussi BAMANI	Ophtalmologie
52	Mr Sidi Mohamed COULIBALY	Ophtalmologie
53	Mme TRAORE J. THOMAS	Ophtalmologie
54	Mr Alhousseini Ag MOHAMED	ORL
55	Mr Hamidou Baba SACKO	ORL
56	Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie-Traumatologie
57	Mr Adama SANGARE	Orthopédie-Traumatologie
58	Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie-Traumatologie
59	Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie-Traumatologie
60	Mr Abdourahamane S MAIGA	Parasitologie
61	Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
62	Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie
63	Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
64	Mr Souleymane DIALLO	Pneumologie
65	Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
66	Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie
67	Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
68	Mr Issa TRAORE	Radiologie
69	Mr Mamady KANE	Radiologie et Imagerie Médicale
70	Mr Siaka SIDIBE	Radiologie et Imagerie Médicale
71	Mr Adama DIAWARA	Santé Publique
72	Mr Mamadou Souncalo TRAORE	Santé Publique
73	Mr Sidi Yaya SIMAGA	Santé Publique
74	Mr Mamadou L. DIOMBANA	Stomatologie
75	Mr Aly TEMBELY	Urologie
76	Mr Kalilou OUATTARA	Urologie
77	Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
78	Mr Amadou DIALLO	Zoologie - Biologie

D.E.R CHIRURGIE ET SPÉCIALITÉ S CHIRURGICALES

PROFESSEURS - DIRECTEURS DE RECHERCHE		
N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Aladji Seidou DEMBELE	Anesthésie-Réanimation
2	Mr Broulays Massaoulé SAMAKE	Anesthésie-Réanimation
3	Mr Djibo Mahamane DIANGO	Anesthésie-Réanimation
4	Mr Mohamed KEITA	Anesthésie-Réanimation
5	Mr Youssout COULIBALY	Anesthésie-Réanimation
6	Mr Adegné TOGO	Chirurgie Générale Chef de DER
7	Mr Alhassane TRAORE	Chirurgie Générale
8	Mr Bakary Tientigui DEMBELE	Chirurgie Générale
9	Mr Birama TOGOLA	Chirurgie Générale
10	Mr. Drissa TRAORE	Chirurgie Générale
11	Mr Soumaïla KEITA	Chirurgie Générale
12	Mr Yacaria COULIBALY	Chirurgie Pédiatrique
13	Mr Moussa Abdoulaye OUATTARA	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
14	Mr Sadio YENA	Chirurgie Thoracique
15	Mr Seydou TOGO	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
16	Mr Tioukani THERA	Gynécologie/Obstétrique
17	Mr Youssouf TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
18	Mr Drissa KANIKOMO	Neurochirurgie
19	Mr Oumar DIALLO	Neurochirurgie
20	Mr Japhet Pobanou THERA	Ophtalmologie
21	Mme Kadidiatou SINGARE	ORL
22	Mr Mohamed Amadou KEITA	ORL
23	Mr Honore Jean Gabriel BERTHE	Urologie
24	Mr Mamadou Lamine DIAKITE	Urologie

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

MAITRES DE CONFERENCES - MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Abdoul Hamidou AL MEIMOUNE	Anesthésie-Réanimation
2	Mr Abdoulaye TRAORE	Anesthésie-Réanimation
3	Mr Daouda DIALLO	Anesthésie-Réanimation
4	Mr Mahamadoun COULIBALY	Anesthésie-Réanimation
5	Mr Mamadou Karim TOURE	Anesthésie-Réanimation
6	Mr Moustapha Issa MANGANE	Anesthésie-Réanimation
7	Mr Nouhoum DIANI	Anesthésie-Réanimation
8	Mr Seydina. Alioune BEYE	Anesthésie-Réanimation
9	Mr Siriman Abdoulaye KOITA	Anesthésie-Réanimation
10	Mr Thierno Madane DIOP	Anesthésie-Réanimation
11	Mr Abdoulaye DIARRA	Chirurgie Générale
12	Mr Amadou TRAORE	Chirurgie Générale
13	Mr Boubacar KAREMBE	Chirurgie Générale
14	Mr Brehima BENGALY	Chirurgie Générale
15	Mr Idrissa TOUNKARA	Chirurgie Générale
16	Mr Koniba KEITA	Chirurgie Générale
17	Mr Lassana KANTE	Chirurgie Générale
18	Mr Madiassa KONATE	Chirurgie Générale
19	Mr Sekou Brahim KOUARI	Chirurgie Générale
20	Mr Sidiki KEITA	Chirurgie Générale
21	Mr Kalifa COULIBALY	Chirurgie orthopédique et traumatologie
22	Mr Issa AMADOL	Chirurgie Pédiatrique
23	Mr Abdoulaye SISSOKO	Gynécologie/Obstétrique
24	Mr Alassane TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
25	Mr Amadou BOCUM	Gynécologie/Obstétrique
26	Mme Aminata KOUA	Gynécologie/Obstétrique
27	Mr Ibrahima TEGUETE	Gynécologie/Obstétrique
28	Mr Ibrahim Ousmane KANTE	Gynécologie/Obstétrique
29	Mr Mamadou SIMA	Gynécologie/Obstétrique

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

30	Mr Seydou FANE	Gynécologie/Obstétrique
31	Mr Soumana Oumar TRAORE	Gynécologie/Obstétrique
32	Mr Boubacar BA	Médecine et chirurgie buccale
33	Mr Mahamadou DAMA	Neurochirurgie
34	Mr Mamadou Salia DIARRA	Neurochirurgie
35	Mr Moussa DIALLO	Neurochirurgie
36	Mr Oumar COULIBALY	Neurochirurgie
37	Mr Youssouf SOGOBA	Neurochirurgie
38	Mr Boubacar BA	Odontostomatologie
39	Mr Abdoulaye NAPO	Ophtalmologie
40	Mr Adama GUINDO	Ophtalmologie
41	Mme Fatoumata SYLLA	Ophtalmologie
42	Mr Lamine TRAORE	Ophtalmologie
43	Mr Nouhoum GUIROU	Ophtalmologie
44	Mr Seydou BAKAYOKO	Ophtalmologie
45	Mr Boubacary GUINDO	ORL-CCF
46	Mr Fatogoma Issa KONE	ORL
47	Mr Siaka SOUMAORO	ORL
48	Mr Youssouf SIDIBE	ORL
49	Mme Kadidia Oumar TOURE	Orthopédie Dentofaciale
50	Mr Abdoul Kadri MOUSSA	Orthopédie-Traumatologie
51	Mr Layes TOURE	Orthopédie-Traumatologie
52	Mr Mahamadou DIALLO	Orthopédie Traumatologie
53	Mr Bougadary Coulibaly	Prothèse Scellée
54	Mr Alphousseiny TOURE	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
55	Mr Amady COULIBALY	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
56	Mr Alkadri DIARRA	Urologie
57	Mr Amadou KASSOGUE	Urologie
58	Mr Dramane Nafou CISSE	Urologie
59	Mr Mamadou Tidiani COULIBALY	Urologie
60	Mr Moussa Salifou DIALLO	Urologie

MAITRES ASSISTANTS - CHARGÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mme Fadima Koréissy TALI	Anesthésie Réanimation
2	Mr Seydou GUEYE	Chirurgie Buccale
3	Mr Ahmed BA	Chirurgie Dentaire
4	Mr Mohamed Kassoum DJIRE	Chirurgie Pédiatrique
5	Mr Abdoul Aziz MAIGA	Chirurgie Thoracique
6	Mr Abdoulaye KASSAMBARA	Odontostomatologie
7	Mr Mamadou DIARRA	Ophtalmologie
8	Mme Assiatou SIMAGA	Ophtalmologie
9	Mme Hapssa KOITA	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale

ASSISTANTS - ATTACHÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mme Lvdia B. SITA	Stomatologie

D.E.R DE SCIENCES FONDAMENTALES

PROFESSEURS - DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Bakarou KAMATE	Anatomie-Pathologie
2	Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie-Pathologie Chef de DER
3	Mr Djibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
4	Mr Bakary MAIGA	Immunologie
5	Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie-Mycologie
6	Mme Safiatou NIARE	Parasitologie-Mycologie

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

MAITRES DE CONFERENCES - MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Abdoulaye KANTE	Anatomie
2	Mr Bourama COULIBALY	Anatomie Pathologie
3	Mme Aminata MAIGA	Bactériologie-Virologie
4	Mr Bassirou DIARRA	Bactériologie-Virologie
5	Mme Djénéba Bocar FOFANA	Bactériologie-Virologie
6	Mr Ousmane MAIGA	Biologie Entomologie Parasitologie
7	Mr Boubacar Sidiki Ibrahim DRAME	Biologie Médicale/Biochimie Clinique
8	Mr Mamadou BA	Biologie Parasitologie Entomologie Médicale
9	Mr Moussa FANE	Biologie Santé public Santé-Environnement
10	Mr Adama DAO	Entomologie médicale
11	Drissa COULIBALY	Entomologie médicale
12	Mr Oumar SAMASSEKOU	Génétique/Génomique
13	Mr Bréhima DIAKITE	Génétique et Pathologie Moléculaire
14	Mr Yava KASSOGUE	Génétique et Pathologie Moléculaire
15	Mr Sidi Boula SISSOKO	Histologie embryologie et cytogénétique
16	Mr Abdoulaye KONE	Parasitologie- Mycologie
17	Mr Aboubacar Alassane OUMAR	Pharmacologie
18	Mr Sanou Kho COULIBALY	Toxicologie

MAITRES ASSISTANTS - CHARGÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Moussa KEITA	Entomologie Parasitologie
2	Mr Hama Abdoulaye DIALLO	Immunologie
3	Mr Saïdou BALAM	Immunologie
4	Mr Sidy BANE	Immunologie
5	Mr Modibo SANGARE	Pédagogie en Anglais adapté à la Recherche Biomédicale
6	Mr Bamodi SIMAGA	Physiologie

ASSISTANTS - ATTACHÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Tata TOURE	Anatomie
2	Mme Assitan DIAKITE	Biologie
3	Ibrahim KEITA	Biologie moléculaire
4	Mr Boubacar COULIBALY	Entomologie Parasitologie Médicale
5	Mme Nadie COULIBALY	Microbiologie Contrôle Qualité

D.E.R DE MEDECINE ET SPÉCIALITÉ S MEDICALES

PROFESSEURS - DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Ichaka MENTA	Cardiologie
2	Mr Souleymane COULIBALY	Cardiologie
3	Mr Ousmane FAYE	Dermatologie-Vénérologie
4	Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-Entérologie
5	Mr Daouda K. MINTA	Maladies Infectieuses et Tropicales
6	Mr Issa KONATE	Maladies Infectieuses et Tropicales
7	Mr Soukalo DAO	Maladies Infectieuses et Tropicales
8	Mr Youssoufa Mamadou MAIGA	Neurologie
9	Mr Abdoul Aziz DIAKITE	Pédiatrie
10	Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
11	Mme Fatoumata DICKO	Pédiatrie
12	Mme Mariam SYLLA	Pédiatrie
13	Mr Yacouba TOLOBA	Pneumo-Phtisiologie Chef de DER
14	Mr Souleymane COULIBALS	Psychologie
15	Mr Adama Diaman KEITA	Radiologie et Imagerie Médicale
16	Mr Mahamadou DIALLO	Radiologie et Imagerie Médicale

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

MAITRES DE CONFERENCES - MAITRES DE RECHERCHE		
N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mme Asmaou KEITA	Cardiologie
2	Mr Boubacar SONFO	Cardiologie
3	Mme COUMBA Adiaratou THIAM	Cardiologie
4	Mr Hamidou Oumar BA	Cardiologie
5	Mr Ibrahim SANGARE	Cardiologie
6	Mr Ilo Bella DIALI	Cardiologie
7	Mr Mamadou DIAKITE	Cardiologie
8	Mr Mamadou TOURE	Cardiologie
9	Mme Mariam SAKO	Cardiologie
10	Mr Massama KONATE	Cardiologie
11	Mr Samba SIDIBE	Cardiologie
12	Mr Youssouf CAMARA	Cardiologie
13	Mr Adama Aguisa DICKO	Dermatologie
14	Mr Mamadou GASSAMA	Dermatologie
15	Mr Yamoussa KARABINTA	Dermatologie
16	Mme SOW Djénéba SYLLA	Endocrinologie, Maladies Métaboliques et Nutrition
17	Mr Anselme KONATE	Hépto Gastro-Entérologie
18	Mme Hourouma SOW	Hépto Gastro-Entérologie
19	Mme Kadiatou DOUMBIA	Hépto Gastro-Entérologie
20	Mme Sanra Déborah SANOGC	Hépto Gastro-Entérologie
21	Mr Abdoulaye Mamadou TRAORE	Maladies Infectieuses et Tropicales
22	Mr Garan DABO	Maladies Infectieuses et Tropicales
23	Mr Jean Paul DEMBELE	Maladies Infectieuses et Tropicale
24	Mr Yacouba CISSOKO	Maladies Infectieuses et Tropicales
25	Mr Mamadou A.C. CISSE	Médecine d'Urgence
26	Mme Djénébou TRAORE	Médecine Interne
27	Mr Djibril SY	Médecine Interne
28	Mme KAYA Assétou SOUKHO	Médecine Interne

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

29	Mr Hamadoun YATTARA	Néphrologie
30	Mr Seydou SY	Néphrologie
31	Mr Guida LANDOURE	Neurologie
32	Mr Seybou HASSANE	Neurologie
33	Mr Thomas COULIBALY	Neurologie
34	Mr Belco MAIGA	Pédiatrie
35	Mme Djénéba KONATE	Pédiatrie
36	Mme Fatoumata Léonie François DIAKITE	Pédiatrie
37	Mr Fousseyni TRAORE	Pédiatrie
38	Mr Karamoko SACKO	Pédiatrie
39	Mme Lala N'Drainy SIDIBE	Pédiatrie
40	Mr Dianguina dit Noumou SOUMARE	Pneumologie
41	Mme Khadidia OUATTARA	Pneumologie
42	Mr Souleymane dit Papa COULIBALY	Psychiatrique
43	Mr Abdoulaye KONE	Radiologie et Imagerie Médicale
44	Mr Ilias GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
45	Mr Issa CISSE	Radiologie et Imagerie Médicale
46	Mr Mody Abdoulaye CAMARA	Radiologie et Imagerie Médicale
47	Mr Ouncoumba DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
48	Mr Ousmane TRAORE	Radiologie et Imagerie Médicale
49	Mr Salia COULIBALY	Radiologie et Imagerie Médicale
50	Mr Souleymane SANOGO	Radiologie et Imagerie Médicale
51	Mr Adama DIAKITE	Radiothérapie
52	Mr Aphou Sallé KONE	Radiothérapie
53	Mr Koniba DIABATE	Radiothérapie
54	Mr Idrissa Ah. CISSE	Rhumatologie

MAITRES ASSISTANTS - CHARGÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Diakalia Siaka BERTHE	Hématologie
2	Mr Yacouba FOFANA	Hématologie
3	Mr Drissa Mansa SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
4	Mr Issa Souleymane GOITA	Médecine de la Famille Communautaire
5	Mr Souleymane SIDIBE	Médecine de la Famille/Communautaire
6	Mr Adama Seydou SISSOKO	Neurologie-Neurophysiologie
7	Mr Aboubacar Sidiki N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
8	Mr Alassane KOUMA	Radiologie et Imagerie Médicale
9	Mme Hawa DIARRA	Radiologie et Imagerie Médicale
10	Mr Mahamadoun GUINDO	Radiologie et Imagerie Médicale
11	Mr Mamadou DEMBELE	Radiologie et Imagerie Médicale
12	Mr Mamadou N'DIAYE	Radiologie et Imagerie Médicale
13	Mr Djigui KEITA	Rhumatologie

ASSISTANTS - ATTACHÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Boubacari Ali TOURE	Hématologie clinique

D.E.R DE SANTE PUBLIQUE

PROFESSEURS - DIRECTEURS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Seydou DOUMBIA	Epidémiologie
2	Mr Sory Ibrahim DIAWARA	Epidémiologie
3	Mr Cheick Oumar BAGAYOKO	Informatique Médicale
4	Mr Hamadoun SANGHO	Santé Publique Chef de D.E.R.

MAITRES DE CONFERENCES - MAITRES DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Abdourahmane COULIBALY	Anthropologie de la Santé
2	Mr Oumar THIERO	Biostatistique/Bioinformatique
3	Mr Cheick Abou COULIBALY	Epidémiologie
4	Mr Housseini DOLO	Epidémiologie
5	Mr Oumar SANGHO	Epidémiologie
6	Mr Nafomon SOGOBA	Epidémiologie
7	Mr Nouhoum TELLY	Epidémiologie
8	Mr Moctar TOUNKARA	Epidémiologie
9	Mr Birama Apho LY	Santé Publique

MAITRES ASSISTANTS - CHARGÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Samba DIARRA	Anthropologie de la Santé
2	Mr Mahamoudou TOURE	Epidémiologie
3	Mr Souleymane Sékou DIARRA	Epidémiologie
4	Mr Salia KEITA	Médecine de la Famille/Communautaire
5	Mr Cheick Papa Oumar SANGARI	Nutrition
6	Mr Bakary DIARRA	Santé Publique
7	Mme Lalla Fatouma TRAORE	Santé Publique
8	Mr Ogobara KODIO	Santé Publique
9	Mr Ousmane LY	Santé Publique
10	Mr Ilo DICKO	Santé Publique

ASSISTANTS - ATTACHÉS DE RECHERCHE

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Seydou DIARRA	Anthropologie de la Santé

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

2	Mr Abdrahamane ANNE	Bibliothéconomie - Bibliographie
3	Mr Bakary COULIBALY	Bibliothèques
4	Mr Mahmoud CISSE	Informatique médicale
5	Mme Fatoumata KONATE	Nutrition et Diététique
6	Mr Moussa SANGARE	Orientation, contrôle des maladies
7	Mr Mohamed Mounine TRAORE	Santé Communautaire
8	Mme Diénéba DIARRA	Santé de la reproduction
9	Mme Niéle Hawa DIARRA	Santé Publique

CHARGÉS DE COURS - ENSEIGNANTS VACATAIRES

N°	PRENOM(S) ET NOM	SPÉCIALITÉ
1	Mr Babou BAH	Anatomie
2	Mr Nicolas GUINDO	Anglais
3	Mr Toumaniba TRAORE	Anglais
4	Mr Madani MARICO	Chimie générale
5	Mr Blaise DACKOOUO	Chimie organique
6	Mr Mamadou BA	Chirurgie Buccale
7	Mr Oumar KOITA	Chirurgie Buccale
8	Mr Mohamed Cheick HAIDARA	Droit médical appliqué à l'odontologie odontologie légale
9	Mr Yaya TOGO	Economie de la santé
10	Mr Bah TRAORE	Endocrinologie
11	Mr Modibo MARIKO	Endocrinologie
12	Mr Baba DIALLO	Epidémiologie
13	Mr Zana Lamissa SANOGO	Ethique - Déontologie
14	Mr Issa COULIBALY	Gestion
15	Mr Kassoum BARRY	Médecine communautaire
16	Mr Lamine DIAKITE	Médecine de travail
17	Mme Mariame KOUMARE	Médecine de travail
18	Mr Brahima DICKO	Médecine Légale

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

19	Mme Rokia SANOGO	Médecine Traditionnelle
20	Mr Kassoum KAYENTAO	Méthodologie de la recherche
21	Mr Fousseyni CISSOKO	OCE
22	Mr Ibrahima FALL	OCE
23	Mr Abdoul Karim TOGO	OCE
24	Mr_Abdrahamane A.N. CISSE	ODF
25	Mr Abdrahamane Salia MAIGA	Odontologie gériatrique
26	Mr Amsalla NIANG	Odontologie Préventive et Sociale
27	Mr Madani LY	Oncologie
28	Mr Lamine TRAORE	PAP/PC
29	Mr Souleymane SISSOKO	PAP/ PC/Implantologie
30	Mr Aboubacar Sidiki Thissé KANE	Parodontologie
31	Mr Ousseynou DIAWARA	Parodontologie
32	Mr Joseph KONE	Pédagogie médicale
33	Mr Cheick Ahamed Tidiane KONE	Physique
34	Mr Morodian DIALLO	Physique
35	Mr Apérrou dit Eloi DARA	Psychiatrie
36	Mme Kadiatou TRAORE	Psychiatrie
37	Mr Ibrahim Sory PAMANTA	Rhumatologie
38	Mme Daoulata MARIKO	Stomatologie

Bamako, le 19 / 11 / 2025

Le Secrétaire Principal



Dr Monzon TRAORE

DÉDICACES

DÉDICACES

Je dédie cette thèse :

- A mon père, **Dr Ayawo Netse Pierre AGBATI**

Dad, je ne saurais avoir les mots pour vous montrer toute ma gratitude et ma reconnaissance envers tous les sacrifices que vous avez faits et continuez de faire pour nous. MERCI pour l'éducation, bien que rude, mais il le fallait pour forger l'homme que je suis aujourd'hui. Je ferai de mon mieux pour faire comme vous et plus encore. Tout ceci ne serait possible sans vous. Ce travail n'est qu'une petite partie de tout ce qu'on vous doit. Que le tout puissant vous accorde santé et longévité afin de profiter des fruits de nos réussites. Love you Dad !

- A ma très chère mère **Ayawavi Marie-Claire KLOKPE**

Voir les peines et sacrifices que vous faites pour nous dans la vie de tous les jours sont les raisons qui me poussent à ne jamais abandonner. Votre dévouement pour le bien de votre famille font de vous l'incarnation même de la femme forte et battante. Mes yeux se remplissent de joie et d'admiration chaque fois que je pense à vous. Même si je ne suis pas l'enfant idéal, vous n'avez jamais cessé de croire en moi. Mamito Mamito, MERCI pour cet amour inconditionnel. Ce travail est et a toujours été pour toi.

- A mon grand frère **K. D. Casimir AGBATI**

Tu es l'incarnation de la patience Fogan, tu as enduré beaucoup de choses en silence mais ça ne t'a jamais empêché de nous témoigner un amour inébranlable. Tu as toujours été à notre écoute en toute chose et je remercie le ciel de nous avoir donné un grand frère si aimant que toi. Tu as toujours été ce grand frère à qui on peut tout dire et sache nous sommes fiers de toi et reconnaissants pour tout ce que tu fais pour la famille. Merci pour tout et que Dieu te mette au bon endroit et qu'il t'élève au sommet de la gloire. Ce travail est aussi pour toi.

- A ma grande sœur bien aimée **A. M. Sandrine AGBATI**

Ma Sage-Femme d'Etat, je ne cesserais jamais d'être fière de toi ma sœur adorée. On se chamaillait beaucoup, peut-être c'était la seule façon de te dire à quel point je t'aime énormément, moi qui ne sais pas trop m'exprimer. Nous voici à la fin de plusieurs années de stress et de travail, et je ne peux que te dire un grand merci pour tout. Grâce à toi j'ai appris l'amour et le respect de la femme mais aussi j'ai compris beaucoup de chose dans la vie. Pour rien au monde je ne changerais cette belle famille que j'ai. Je te dédie ce travail San.

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

- **Au Seigneur Dieu tout Puissant, Eternel et Miséricordieux**

Merci pour tes bénédictions et ta miséricorde. "Car je connais les projets que j'ai formés sur vous, projets de paix et non de malheur, afin de vous donner un avenir et de l'espérance" Jr 29:11. Sans toi je ne serais pas ici aujourd'hui, j'ai foi en ton plan pour moi, Amen !!!

- **A la Nation Malienne**

Terre d'accueil et d'hospitalité, je suis infiniment reconnaissant pour la qualité de la formation reçue ; pour la gentillesse du peuple malien. Le "Mali Ba" a toujours été chez moi depuis que j'y ai mis pieds. Merci de m'avoir permis de concrétiser mon rêve à travers ce diplôme. « *Aw ni ché, N'bé Mali fè kodjoukou* ».

- **À tout le corps professoral de la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie (FMOS)**

Pour la qualité et la rigueur dans la dispensation des enseignements donnés tout au long de la formation.

- **À toute la 15^e promotion "Professeur Issa TRAORE"**

Pour les épreuves passées ensemble, ma pensée va à l'endroit de nos camarades décédés que Dieu puisse vous accorder le repos éternel.

- **À mon mentor Dr Privat AGNIWO**

Cher "Papa" comme j'aime vous appeler, un grand frère et un modèle que j'ai eu durant ces dernières années, vous m'avez accueilli comme un petit frère et je sais que je peux compter sur vous à tout moment. Votre amour pour le travail a toujours fait mon admiration pour vous. Merci pour tout Doc, je me donnerais à fond pour marcher dans vos pas. Que Dieu vous protège !

- **À tout le personnel de l'Unité d'Helminthologie Expérimentale et de Mycologie du PMRTC :**

Dr Bakary SIDIBE, Dr Rabiadou, Dr Ahmed, Dr Traoré Assitan DIAKITE (ma Tantie), mes chefs je souhaite exprimer toute ma gratitude à votre égard pour m'avoir guidé dans mes recherches, pour l'encadrement rigoureux, vos encouragements et soutiens indéfectibles. Que Dieu le Tout-puissant vous procure santé, bonheur et prospérité. Amine !

Hassim GUINDO, Yann Arthur, Un grand Merci pour votre collaboration, votre soutien et toutes les connaissances partagées. Que Dieu vous bénisse !

Baly TAPILY, mon jumeau, merci pour toute ton aide, surtout de m'avoir toujours boosté quand la paresse voulait prendre l'emprise sur moi. Que Dieu te bénisse et nous permette d'aller encore plus loin dans nos études, à nos 100 ans bro !

Pr DOUMBO Safiatou NIARE telle une mère vous avez su nous guider et nous enseigner. Chère Maître, Merci beaucoup pour votre disponibilité, votre amour du travail bien fait, votre esprit scientifique. Qu'Allah vous bénisse et vous accorde une longue vie. Amine !

- A mon grand frère **Dr Kueshivi Midodji ATSOU**

Je te dédie ce travail, je te suis reconnaissant de m'avoir accueilli au Mali, car la famille n'est pas forcément liée aux liens de sang tu as su nous prendre au même titre. Merci pour tes conseils et si je suis arrivé ici aujourd'hui c'est vraiment grâce à toi. Que le tout puissant te garde toi et ta famille et vous protège. Je te souhaite tout le bonheur du monde.

- A mon frère **Dr Yaovi Amétohou ATSOU** et à **Dr Johanna Thècle Sènan GANSOU**

Que dire si ce n'est un sincère merci pour votre soutien et votre amour tout au long de cette aventure. Vous m'aviez accueilli et adopté, j'ai aimé chaque moment partagé. Puisse Dieu bénir et combler votre famille au maximum. Merci infiniment !

- A mon grand frère **Dr Etchri Yao Paul KOUDADJE**

Plus qu'un ami tu as toujours été un grand frère de valeur comme on le dit. Tes conseils et ton écoute ont toujours forcé mon admiration, nos moments ensemble restent précieuses à ma personne. Merci d'être toujours présent à chaque fois et que Dieu nous donne longue vie et qu'il puisse bénir tes projets.

- A ma chère douce et tendre **Madoussou KONATE**

Comme ton nom tu as toujours été une personne douce et au grand cœur. Je n'ai jamais été doué pour les mots et même si je n'ai pas toujours été une meilleure personne durant toutes ces années tu as toujours été présente. Tu as été d'un grand soutien sur tous les plans et tu occupes une place très importante dans ma vie tu le sais. Infiniment merci pour tout ce que tu fais et continue de faire. Que Dieu te bénisse et te comble de bonheur ma **DouV**. À nos futurs heureux. Ce travail est aussi le tien.

- À ma chère **Rosemonde ADEGNIKA**

Merci d'être cette grande sœur aimante. Puisse Dieu te bénir et te combler. Pour que je puisse te fatiguer encore et encore.

- A mon groupe de travail de choc **Dr Philippe BALLOU, Dr Michelle ADAMA, Dr Rayanne FONGUE MAKAKE, Dr Alex KAKOU**

Des chics moments de travail, si seulement je pouvais utiliser des émojis... de magnifiques moments passés et qui sont inoubliables. Merci d'avoir toujours été là !

- A ma chic famille : **Médard HOUNSOU, Mégane AGNIWO, Kelly OLODO, Emmanuel AGBESSI, Dr Privat AGNIWO**

Merci pour ces moments toujours spéciaux, merci de m'avoir permis de me sentir chez moi avec vous. Je ne vous changerais pour rien au monde. Que Dieu nous donne longue vie pour pérenniser nos liens, spécialement toi **Irétimi**.

- A mes petits frères **Jonathan ATSOU, Regis AMOUZOU, Parfait KALIPE, Ridwan COUGBADJA**

Je vous ai beaucoup fatigué mais vous ne m'avez jamais laissé tomber. C'est l'occasion de vous dire un sincère merci pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi. Excusez-moi pour mes torts et je pris le Seigneur de nous donner longue vie pour toujours avancer ensemble.

- Au grin 5 étoiles **SOMANZANA : Carine OGBONE, Linda EKPAOU, Parfait KALIPE, Regis AMOUZOU, Galina, Venus**

Merci infiniment d'avoir rendu ces dernières années inoubliable et pleine de rebondissements. Les chachas vont couler à flot. Que le tout puissant vous bénisse et bénisse vos projets et vos carrières. A nos 100 ans !!!

- À mes amis **Jeovane AFANGBEDJI, Didier MENSAH, Kevin KANKOE**

Ces études que j'ai embrassées nous ont longtemps séparées et à chaque fois qu'on se voit je retrouve toujours les miens. Et nous voir toujours lutter pour nos projets me rend fière. J'espère qu'on se retrouvera très vite ; et que le Seigneur bénisse et fasse prospérer nos projets : une seule voiture ne fait pas convois ooh !

- A mes Sœurs **Angèle BORO, Marie Agnès BORO, Nana KEITA**

Vous m'avez fait vivre des moments inoubliables. Telle une famille vous répondez toujours présent au besoin, merci de faire partie de ma vie, ce travail est aussi le vôtre.

- À mes chics enfants **Miracle HARUNA, Jeanne TRAORE, Léa DIARRA**

Merci pour les heureux moments partagés, merci de faire partie de ma vie et d'y apporter beaucoup de lumière et de fous rires. J'espère que vous allez plus me respecter maintenant.

- À mes aînés **Dr Idriss DJONOUA, Dr Ismaël DIAKITE**

Merci pour les conseils et les moments passés, que Dieu vous bénisse abondamment.

- À mes sœurs **Dr Djélika DIARRA, Dr Dalilath Morayo DAOUDA**

Merci pour tous ces moments ensemble, que Dieu vous bénisse et bénisse également vos carrières, Amen !

- À ma chère **Dr S. Colombe Bienheureuse DEGBEY**

Je ne peux que te dire un sincère merci, pour les bons et les mauvais moments, qui resteront quand même de bons moments. Que Dieu puisse te bénir abondamment.

- À tous mes **Aînés de la Communauté Togolaise**

Merci pour votre aide et vos enseignements, que Dieu vous bénisse.

- À toute **la communauté Togolaise**

Merci d'avoir été présente à chaque étape, merci d'être cette superbe famille.

- À l'**Equipe de Foot** de la communauté Togolaise

Merci de m'avoir fait vivre toutes ces émotions autour du ballon rond, mon seul regret est de ne pas vous avoir rejoint plus tôt. Merci pour tout !

- À la **Communauté Béninoise** à travers ses quelques membres : **Jeune Ahmed, Fabrice MAH (Le Fou), Opportune, Françine, Calvonce...**

- À la **Communauté Ivoirienne** à travers ses quelques membres : **Sarah SANGARE, Rebecca BOSSE, Kadidjate KONATE, Aicha BOUARE, Aicha BERTHE, Fulgence DUA, Fabrice GNAHO...**

- À la **Communauté Tchadienne** à travers ses quelques membres : **Gadji Dadji Gadji, Chadrel BENAM, Eric, Geneviève NONYO, Herve KOUMBEDJE...**

- À la **Communauté Gabonaise** à travers ses quelques membres : **Grâce NZOUBA, Yann Arthur, Bernice, Lindsey GANHOUEMION, Mailys...**

Merci à vous !!!

A tous ceux dont les noms ne figurent pas ici et qui ont contribué de près ou de loin à l'amélioration de ce travail, je vous dis Merci

A tous ceux qui m'ont appris le sens du savoir et le respect du devoir.

HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY

HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY

➤ A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DU JURY :

Pr Mahamadou Ali THERA

- Professeur Titulaire de parasitologie-mycologie médicale à la FMOS
- Directeur scientifique du Bandiagara Malaria Project (BMP), PMRTC/USTTB.
- Membre de l'Académie des Sciences du Mali
- Membre de l'Académie Africaine des Sciences
- Membre Correspondant Etranger de l'Académie Nationale de Pharmacie de France,
- Chevalier de l'Ordre National du Mali

Cher Maître, Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider ce jury. Vos compétences professionnelles, vos qualités scientifiques et humaines, votre simplicité et votre exigence pour le travail bien fait, font de vous un Maître unique et très respecté. Recevez ici cher maître, notre profonde reconnaissance. Puisse Dieu vous garder aussi longtemps que possible en bonne santé.

➤ **A NOTRE MAÎTRE ET JUGE :**

Pr Djibril Mamadou COULIBALY

- Pharmacien Biologiste
- Titulaire du DES en Biochimie Clinique
- Maître de Conférences Agrégé en Biochimie Clinique à la faculté de Pharmacie
- Praticien hospitalier.

Cher maître, vous nous avez honorés en acceptant de siéger dans ce jury de thèse. Veuillez trouver ici, cher maître, à travers ce modeste travail les manifestations de notre profonde estime. Que le Tout Puissant vous accorde santé et longévité.

➤ **A NOTRE MAÎTRE ET JUGE :**

Dr Mamadou COULIBALY

- Médecin de Santé Publique.
- Coordinateur du programme de lutte contre les Schistosomes et les Géohelminthoses au Mali.
- Coordinateur des 7 points focaux des Maladies Tropicales Négligées (MTN) au Mali.

Cher Maître, nous sommes honorés par votre présence dans ce jury, Aucune expression ne saurait vous témoigner notre gratitude et de la profonde estime que nous portons à votre personne. Vos qualités d'homme intègre, vos connaissances académiques inépuisables et votre humanisme, font de vous, un Maître admiré de tous. Veuillez accepter, l'expression de nos remerciements les plus distingués.

➤ **A NOTRE MAÎTRE ET JUGE :**

Dr Privat K. AGNIWO

- PhD en Parasitologie
- Master en Biologie Cellulaire et Immunologie
- Chercheur au PMRTC
- Postdoctoral Fellow du MARCAD-Plus
- Secrétaire à la formation de la Société d'Immunologie du Bénin (SIB)

Cher Maître, votre disponibilité, votre amour du travail et votre rigueur ont toujours forcés notre admiration. Merci pour les enseignements et les conseils, vous faites un bon mentor. Merci d'avoir introduit nos pas dans la recherche scientifique. Que le Tout Miséricordieux vous bénisse et vous comble.

➤ **À NOTRE MAÎTRE ET DIRECTEUR DE THESE :**

Pr Amadou NIANGALY

- Maître de Conférences en Parasitologie-Mycologie
- Enseignant Chercheur à la FAPH/USTTB.
- Lauréat du prix de formation post doctorale du NIH et de l'Académie Africaine des Sciences.
- Membre de la Société Africaine de Parasitologie (SoAP)

Honorable maitre, votre rigueur scientifique, votre compétence, votre amour du travail bien fait et votre sens élevé du devoir ont forcé notre admiration. De vous nous avons reçu un enseignement strict. Nous sommes reconnaissants à la confiance que vous nous avez accordée en nous confiant ce travail, nous espérons en avoir été dignes. Trouvez ici cher maitre, l'expression de notre profonde gratitude et nos remerciements sincères. Que Dieu vous bénisse abondamment !

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADNmt : Acide Désoxyribonucléique mitochondrial

ADNr : Acide Désoxyribonucléique ribosomique

ARNr : Acide ribonucléique ribosomique

ARMS-PCR : Système d'Amplification et de Réfraction de Mutation par Réaction en Chaîne par Polymérase

CCC : Comité pour le Changement de Comportement

CEI : Comité d'Éthique Institutionnelle

CP : Chimio prévention

Cox1 : Sous-unité 1 du cytochrome oxydase

ELISA : Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay

FMOS : Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

FAPH : Faculté de Pharmacie

GPS : Système mondial de positionnement

GIS : Système d'information géographique

HTP : hypertension portale

ICERMALI : Centre International pour l'Excellence en Recherche du Mali

ITS : Espaceur interne transcrit

JC : Jésus Christ

MTN : Maladies Tropicales Négligées

MRTC : Malaria Research and Training Center

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCR : Réaction en Chaîne par Polymérase

PZQ : Praziquantel

PNLSH : Programme National de Lutte contre la Schistosomiase et les géohelminthiases

Pb : Paire de Bases

RD PCR : Diagnostique rapide de Réaction en Chaîne par Polymérase

Sh : *Schistosoma haematobium*

SP : Sporocystes

WHO : World Health Organisation

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Variation temporo-spatiale des paramètres physico-chimiques de l'eau.	33
Tableau II : Paramètres physico-chimiques des deux sites en fonction du mois.	34
Tableau III : Distribution des mollusques en fonction du site et du mois.....	34
Tableau IV : Taux d'infestation naturel (TIN) des mollusques en fonction du mois et du site.	35
Tableau V : Paramètres physico-chimique de l'eau et taux d'infestation naturel des mollusques.....	36
Tableau VI : Profil génétique des cercaires émises.	38

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Paire de vers adultes avec la femelle logée dans le canal gynécophore du mâle	9
Figure 2 : Œuf de <i>Schistosoma haematobium</i>	9
Figure 3 : Le Miracidium	10
Figure 4 : La Furcocercaire	10
Figure 5 : Différentes espèces de mollusques impliqués dans la transmission des schistosomes du groupe <i>haematobium</i>	11
Figure 6 : Répartition des différentes espèces de mollusques, hôtes intermédiaires des schistosomes du groupe <i>haematobium</i>	13
Figure 7 : Spécimens de <i>Bulinus globosus</i> (A), <i>B. umbilicatus</i> (B), <i>B. truncatus</i> (C), <i>B. forskalii</i> (D) et <i>B. senegalensis</i> (E)	14
Figure 8 : Cycle de transmission de <i>S. haematobium</i>	16
Figure 9 : Emplacement du gène Cox1 dans le génome mitochondrial	21
Figure 10 : Organisation de la région des gènes ribosomiaux utilisés (encerclée en bleu).....	22
Figure 11 : Carte du district de Bamako montrant la localisation des deux sites d'étude Taliko et Missabougou.	27
Figure 12 : Instrument de mesure du pH (A) et de la conductivité (B).....	28
Figure 13 : Collecte des mollusques sur les sites d'études	28
Figure 14 : Chronobiologie d'émission cercarienne.	37
Figure 15 : Gel d'Agarose montrant la migration des produits PCR.	38

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTE DE MEDECINE ET D'ODONTOSTOMATOLOGIE	iii
DÉDICACES	xix
REMERCIEMENTS	xxi
HOMMAGES AUX MEMBRES DU JURY.....	xxvi
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xxxii
LISTE DES TABLEAUX.....	xxxiv
LISTE DES FIGURES.....	xxxvi
TABLE DES MATIÈRES	xxxviii
INTRODUCTION.....	2
I- OBJECTIFS	5
1- Objectif général	5
2- Objectifs spécifiques	5
II- GÉNÉRALITÉS	7
1- Définition	7
2- Historique.....	7
3- Epidémiologie	8
4- Agents pathogènes.....	8
5- Vers adultes	8
6- Œuf.....	9
7- Miracidium.....	9
8- Furcocercaire	10
9- Hôtes intermédiaires des schistosomes humains au Mali	10
10- Cycle biologique	15
11- Réservoir de parasites.....	16
12- Facteurs favorisant le contact des hommes avec les eaux de surfaces.....	16
13- Facteurs favorisant le maintien et l'extension	17
14- Physiopathologie	17
15- Clinique	18
16- Biologie	18
17- Traitement et Prophylaxie	22
18- Vaccination.....	24
III- MATÉRIEL et MÉTHODES	26
1- Cadre d'étude	26

2-	Type et période d'étude.....	27
3-	Population d'étude.....	27
4-	Échantillonnage.....	27
5-	Critères d'inclusion	29
6-	Critères de non-inclusion	29
7-	Chronobiologie et capture des cercaires.....	29
8-	Analyse moléculaire.....	29
9-	Analyse statistique.....	31
10-	Considérations éthiques.....	31
IV-	RÉSULTATS	33
V-	DISCUSSION	40
	CONCLUSION	43
	RECOMMANDATIONS.....	45
	RÉFÉRENCES.....	47
	FICHE SIGNALÉTIQUE	55
	RÉSUMÉ.....	57

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La schistosomose reste l'une des maladies tropicales négligées (MTN) liées à la pauvreté les plus répandues dans le monde et touche particulièrement les personnes vivant dans des communautés défavorisées ayant un accès limité à l'eau potable ou des installations sanitaires inadéquates (1,2). Sa transmission est dépendante de l'eau et résulte d'une infestation de l'homme ou de l'animal par des vers plats du genre *Schistosoma* (3). Elle est la deuxième endémie parasitaire mondiale liée à l'eau après le paludisme avec environ 253,8 millions de personnes touchées dont 134,8 millions d'enfants d'âge scolaire et 119 millions d'adultes (4). Le développement du parasite responsable implique nécessairement deux types d'hôtes : l'hôte intermédiaire (les mollusques) chez lequel se passe la reproduction asexuée. Les mollusques abritent le parasite dans la phase de maturation et de transformation des miracidia en cercaires. Ces cercaires seront responsables de l'infestation de l'Homme après leur libération dans l'eau douce. L'hôte définitif est l'Homme, chez lequel se déroule la reproduction sexuée. Les schistosomes sont transmis lorsque des personnes infectées, contaminent les sources d'eau douce avec leurs excréments (féces et/ou urine) contenant des œufs de parasites, qui éclosent dans l'eau (4). La contamination se fait après exposition à une forme larvaire, la furcocercaire, présente dans certains cours d'eau ou lacs qui hébergent l'hôte intermédiaire (5). L'OMS estime que la maladie cause une mortalité annuelle de 1,7 à 4,5 millions de personnes (6) et 50% des pays endémiques sont situés en Afrique et l'on estime qu'environ 85 à 91% des personnes à risque vivent en Afrique subsaharienne (7).

Au Mali, la schistosomose sévit sous deux formes, la forme intestinale due à *Schistosoma mansoni* et la forme urogénitale causée par *Schistosoma haematobium*. L'espèce urogénitale est retrouvée pratiquement sur l'ensemble du territoire avec une prévalence moyenne estimée à environ 38,3% (8–10) grâce à la grande dispersion de son hôte intermédiaire *Bulinus truncatus* (11,12). En revanche, ce taux varie en fonction des zones endémiques. Les régions les plus touchées sont l'Office du Niger dans la région de Ségou pour les deux formes où les prévalences sont supérieures à 50%, le plateau Dogon dans la région de Mopti et le Bassin du fleuve Sénégal dans la région de Kayes où prédominent la forme urogénitale (8,13). Bien que les espèces *B. forskalii* et *B. senegalensis* aient été collectés (notamment dans la région du plateau Dogon et à l'Office du Niger), elles ne se sont pas révélées être responsables d'une transmission active (14,15). La présence de *B. umblicatus* a seulement été signalée dans la région de Mopti au centre du Mali, dans la mare jouxtant la localité de Pagué (16).

Mise à part ces hôtes, le climat du pays joue également son rôle dans la prolifération de la maladie (1). En effet, le climat du Mali est déterminé par l'opposition de deux courants d'air, le harmattan et la mousson ce qui confère au pays deux saisons bien tranchées : une saison des pluies entre juin et octobre qui culmine au mois d'août, et une saison sèche, de novembre à mai. Les plus fortes températures sont enregistrées de mars à juin favorisant une forte prolifération des infestations due à l'utilisation accrue des points d'eau pour les travaux domestiques et les baignades. La stratégie centrale pour lutter contre la schistosomose repose sur l'administration à grande échelle du praziquantel (PZQ), un médicament de référence utilisé dans de nombreux pays touchés (17). En complément de cette approche médicale, le Programme National de Lutte contre la Schistosomose et les Géohelminthoses intègre également des efforts pour améliorer l'accès à l'eau potable, les services d'assainissement et les pratiques d'hygiène. (3). Malgré la mise en œuvre de ce programme il y a environ une vingtaine d'années, des poches résiduelles ont été signalées dans certaines zones du pays, comme le bassin du fleuve Sénégal (18) et autour de Bamako (19,20). Sur le plan épidémiologique, les vulnérabilités sociales et environnementales contribuent à la persistance et à l'augmentation de la schistosomose. L'épidémiologie de la schistosomose est fortement influencée par des facteurs écologiques et humains (21). Une étude récente a signalé que les changements écologiques résultant de la présence de points d'eau influencent la survie, la dispersion, la distribution et l'abondance des cercaires et des mollusques hôtes en raison de changements ou de modifications des conditions d'habitat à Bamako, traversé par de nombreux cours d'eau tels que le Sogoniko, le Banconi, le Farako ou le Woyowayanko qui coulent vers le fleuve Niger (22).

Ainsi, au-delà de leur simple présence, la dynamique des populations de mollusques, hôtes intermédiaires de la schistosomose est largement influencée par des facteurs environnementaux, climatiques et anthropiques. Les variations saisonnières, les fluctuations hydrologiques, les modifications de l'habitat aquatique et l'activité humaine modulent la densité et la répartition de ces gastéropodes au fil du temps, conditionnant ainsi les risques de transmission. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et vise à comprendre la dynamique de la distribution des hôtes intermédiaires de la schistosomose urogénitale et les espèces de cercaires à Bamako.

OBJECTIFS

I- OBJECTIFS

1- Objectif général

Étudier l'infestation temporelle des mollusques hôtes intermédiaires et les espèces de cercaires impliquées dans la transmission de la schistosomose dans deux zones de la ville de Bamako

2- Objectifs spécifiques

- a- Décrire les paramètres physico-chimiques de l'eau favorisant la présence et la prolifération des mollusques infectés,
- b- Mesurer la variation de la densité des différentes espèces de mollusques, hôtes intermédiaires de la schistosomose urogénitale durant 12 mois à Bamako,
- c- Déterminer le taux d'infestation des mollusques, hôtes intermédiaires de la schistosomose urogénitale par les cercaires de schistosomes,
- d- Déterminer le profil génétique des cercaires émises par les différentes espèces de mollusques.

GÉNÉRALITÉS

II- GÉNÉRALITÉS

1- Définition

La schistosomose, aussi connue sous le nom de bilharziose, est une maladie parasitaire chronique causée par des vers plats du genre *Schistosoma*. Il s'agit d'une maladie hydrique d'importance médicale et vétérinaire qui touche des millions de personnes dans le monde, en particulier dans les zones tropicales où l'accès à l'eau potable et l'assainissement restent limités (22). L'agent pathogène de la maladie est un ver plat, hématoophage et gonochorique, appartenant à la Classe des Trématodes, à la Famille des Schistosomatidae et au genre *Schistosoma*. Les parasites sont dixène et leur cycle de développement est indirect passant par un mollusque hôte intermédiaire et un vertébré hôte définitif. La liaison entre ces deux hôtes est assurée par l'eau. C'est une maladie du péril fécal (transmission urinaire ou fécale).

Selon le rapport de l'OMS, on estimait en 2023 qu'au moins 134,9 millions d'enfants d'âge scolaire et 118,9 millions d'adultes avaient besoin d'un traitement préventif contre la schistosomose, alors que le nombre de personnes traitées était de 89,8 millions (75,6 millions d'enfants d'âge scolaire et 14,2 millions d'adultes) dans 33 sur les 50 pays où la chimioprévention (CP) était nécessaire (4).

2- Historique

La première mention de la maladie remonte à 1500 ans avant JC dans le papyrus d'Ebert, mais l'existence de la bilharziose à *Schistosoma haematobium* a été établie par la découverte d'œufs calcifiés dans la vessie d'une momie égyptienne de la XX^{ème} dynastie (plus de 1000 an av JC). C'est en 1852 que Théodore Bilharz découvre au Caire (Égypte) dans les veines mésentériques d'une momie, un trématode original à sexe séparé appelé *Distomum haematobium* ou *Schistosoma haematobium* (23).

En 1903, Manson découvre dans les selles d'un malade, un schistosome à éperon latéral et c'est Sambon en 1907 qui donna le nom de *Schistosoma mansoni* à cet helminthe. Les œufs de *Schistosoma japonicum* ont été décrits par Katsurada en 1904 (23).

Au Mali, l'existence de la schistosomose a été signalée depuis la période coloniale, notamment à Bamako où Kervran en 1947 a observé des hôtes intermédiaires des schistosomes humains (24).

3- Epidémiologie

La schistosomose sévit dans les zones tropicales ou subtropicales où l'accès à l'eau potable et l'assainissement restent limités, principalement chez les enfants âgés de 7 à 14 ans (20). Dans le monde, 600 millions de personnes courent le risque de contracter la maladie et plus de 200 millions en sont infestées, dont 80 % en Afrique subsaharienne. Il existe deux formes principales de schistosomose : la forme intestinale et la forme urogénitale, causées par cinq espèces principales de parasites du sang (4).

La schistosomose touche essentiellement les communautés pauvres et rurales, en particulier les enfants, les populations d'agriculteurs et de pêcheurs. Les femmes qui accomplissent leurs tâches domestiques dans de l'eau infestée, sont également exposées au risque, et peuvent développer une bilharziose génitale féminine. L'exode rural et les déplacements de population introduisent la maladie dans de nouvelles régions. La croissance démographique, allant de pair avec une augmentation des besoins en énergie et en eau, est souvent à l'origine de programmes d'aménagement, et de modifications de l'environnement qui facilitent la transmission (25).

4- Agents pathogènes

Six espèces anthropophiles de schistosome sont inféodées à l'homme :

- *Schistosoma haematobium* : agent de la schistosomose uro-génitale,
- *S. mansoni* : agent de la schistosomose intestinale et hépatosplénique,
- *S. intercalatum* : agent de la schistosomose rectale et intestinale,
- *S. mekongi* : agent de la schistosomose intestinale avec des complications hépatiques,
- *S. japonicum* : agent de la schistosomose artérioveineuse,
- *S. guineensis* : responsable de la schistosomose intestinale.

5- Vers adultes

Le ver mâle mesure 10 à 15mm de long sur 0,8 à 1,5 millimètres d'épaisseur. Cylindrique, le corps est aplati, muni de 2 ventouses. Ses bords latéraux se replient centralement pour délimiter, une gouttière ou canal gynécophore où loge la femelle. Les téguments sont couverts d'épine.

La femelle mesure 13,5 à 22,5 millimètres de long sur 0,3 millimètre d'épaisseur.

Cylindrique, elle a un corps filiforme muni d'un tégument plutôt lisse.



Figure 1 : Paire de vers adultes avec la femelle logée dans le canal gynécophore du mâle (26).

6- Œuf

Les œufs de *S. haematobium* présentent des caractéristiques morphologiques distinctes : ils sont ovalaires et mesurent 115 à 170 μm de long sur 40 à 70 μm de large. La coque est lisse, épaisse, transparente et percée de nombreux pores ultra microscopiques. Elle entoure un embryon cilié et mobile, le miracidium qui présente dans sa partie postérieure de nombreuses cellules germinales.

Les œufs de *S. haematobium* portent un éperon terminal. Ils sont éliminés avec les urines en raison de 200 œufs par jour environ.



Figure 2 : Œuf de *Schistosoma haematobium*. (27)

7- Miracidium

C'est une larve ciliée à cuticule mince. Elle est de forme allongée, mesurant 150 à 200 μm de long. Les cils sont insérés sur des plaques épidermiques bien délimitées, réparties en rangées et ne sont pas continus. Le miracidium contient, deux glandes dont les sécrétions servent à la pénétration des téguments des mollusques, ainsi qu'une masse neurale et des cellules germinales dont le rôle est primordial dans la formation des sporocystes puis des furcocercaires.



Figure 3 : Le Miracidium (27)

8- Furcocercaire

C'est une larve qui comprend essentiellement deux parties : le corps et l'appendice caudal terminé en forme de fourche (d'où l'expression furcocercaire). La cercaire a le corps recouvert d'un tégument épineux ; elle est de forme ovale et mesure de 250 à 450 μm de long pour 40 à 60 μm de large. La caractéristique majeure de ce stade est l'existence de glandes acétabulaires, situées en position antérieure, destinées à lyser les tissus de l'hôte.



Figure 4 : La Furcocercaire (26)

9- Hôtes intermédiaires des schistosomes humains au Mali

La plupart des hôtes intermédiaires de schistosomes qui parasitent l'Homme appartiennent aux genres *Biomphalaria*, et *Bulinus*. Ce sont des mollusques gastéropodes aquatiques, pulmonés dulçaquicoles vivant dans les eaux douces stagnantes ou à faible courant. Les gîtes à mollusques (mares, rivières, fleuves, lacs, canaux d'irrigation etc.) renferment en général de nombreuses plantes aquatiques. Les hôtes intermédiaires de *S. haematobium* et de *S. mansoni* appartiennent à la famille des *Planorbidae* avec deux sous-familles :

- ❖ Les *Planorbinae* dont *Biomphalaria pfeifferi*, hôte intermédiaire de *S. mansoni* au Mali et
- ❖ Les *Bulininae* dont *Bulinus truncatus* et *Bulinus globosus*, hôtes intermédiaires de *S. haematobium* au Mali. Il existe donc une spécificité d'espèce entre les mollusques et les schistosomes qu'ils transmettent. La coquille de *B. truncatus* et celle de *B. globosus* sont coniques, ovalaires, globuleuses, plus hautes que larges ; la coquille de l'adulte mesure entre 12 et 14 cm ; La coquille de *Biomphalaria pfeifferi* est discoïde, enroulée en spire. L'enroulement des spires de la coquille des Planorbidae se fait vers la gauche (coquille dite senestre) avec l'ouverture située à gauche du grand axe vertical.

9-1- Distribution des hôtes intermédiaires des schistosomes à *Schistosoma haematobium*

9-1-1- En Afrique

Les mollusques du genre *Bulinus* (28) sont des hôtes intermédiaires pour le développement larvaire des espèces de parasites de trématodes du complexe d'espèces de *Schistosoma haematobium* en Afrique, dans la Méditerranée orientale et à Madagascar (29,30) (**Figure 5**).

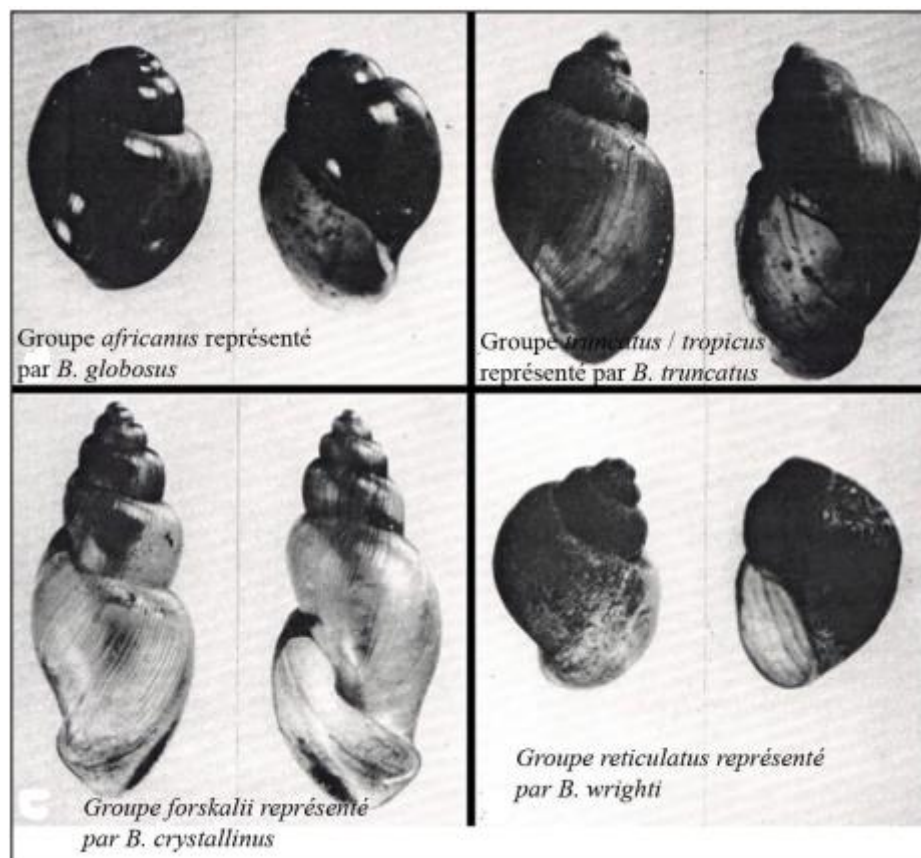


Figure 5 : Différentes espèces de mollusques impliqués dans la transmission des schistosomes du groupe haematobium (59).

Les espèces de mollusques hôtes intermédiaires de *Schistosoma haematobium* rencontrées en Afrique de l'Ouest comprennent *B. forskalii* et *B. globosus* au **Bénin** (31,32). *B. globosus*, *B. forskalii*, *B. senegalensis*, *B. truncatus* et *B. umbilicatus* au **Burkina Faso** (33–37). Au **Cap vert**, une seule espèce, *B. forskalii* a été décrite (38). *B. globosus*, *B. truncatus* et *B. forskalii* ont été décrites en **Côte d'Ivoire** (39–42). Parmi les quatre espèces identifiées en **Gambie**, *B. globosus*, *B. forskalii*, *B. truncatus*, *B. senegalensis*, cette dernière semble être la principale espèce vectrice de *S. haematobium* (40,43). Au **Ghana**, il y a deux espèces, *B. truncatus* et *B. globosus* responsables de la transmission de *S. haematobium* (44,45). Deux espèces, *B. globosus* et de *B. truncatus* ont été décrites en **Guinée** mais sans aucune information sur la dynamique et sur l'infestation de ces mollusques dans les diverses régions (46). En **Guinée Bissau**, *B. globosus* et *B. senegalensis* sont les deux espèces décrites pour la transmission de la schistosomose urinaire (40,43) ; Au **Libéria**, *B. globosus* est le vecteur principal de *S. haematobium* (40,47) mais *B. senegalensis* aussi serait impliqué dans la transmission de *S. haematobium* (43) ; En **Mauritanie**, les mollusques incriminés dans la transmission de *S. haematobium* sont *B. truncatus*, *B. senegalensis*, *B. umbilicatus* et *B. globosus*, alors que *B. forskalii*, ne semble pas y jouer de rôle (48,49); cinq espèces de Bulins ont été observés au **Niger**, *B. globosus*, *B. truncatus*, *B. umbilicatus*, *B. forskalii* et *B. senegalensis*, (50). Toutefois, *B. truncatus* apparaît comme le principal vecteur de la transmission à cause de son caractère ubiquitaire auquel s'ajoutent *B. globosus* et *B. umbilicatus* (51) ; Au **Nigéria**, cinq espèces ont été aussi observées, *B. truncatus*, *B. globosus*, *B. camerunensis*, *B. senegalensis* et *B. forskalii*. Mais *B. truncatus* est l'espèce la plus largement répandue (52) ; Tout comme dans les deux pays précédents, le **Sénégal** compte aussi cinq espèces de Bulins, *B. globosus*, *B. senegalensis*, *B. truncatus*, *B. forskalii* et *B. umbilicatus*. Mais le rôle de *B. forskalii* n'a pas été encore démontré dans la transmission (53,54). Quant aux hybrides, ils semblent être transmis par *B. truncatus* et *B. globosus* (54,55) puisque les deux espèces de mollusques ont été trouvées infestées naturellement dans la région Saint-Louis. En **Sierra Leone**, *B. globosus* et *B. forskalii* étaient les seuls Bulins qui colonisaient les eaux douces, mais que le rôle d'HI revenait surtout à *B. globosus* (40,56). Au **Togo**, trois bulins, *B. forskalii*, *B. globosus* et *B. truncatus* ont été reconnus comme vecteurs de *S. haematobium* (56,57).

La carte montrant la distribution des Bulins potentiellement responsables de la transmission des espèces de schistosomes du groupe *haematobium* en Afrique de l'Ouest se trouve sur la (Figure 6).

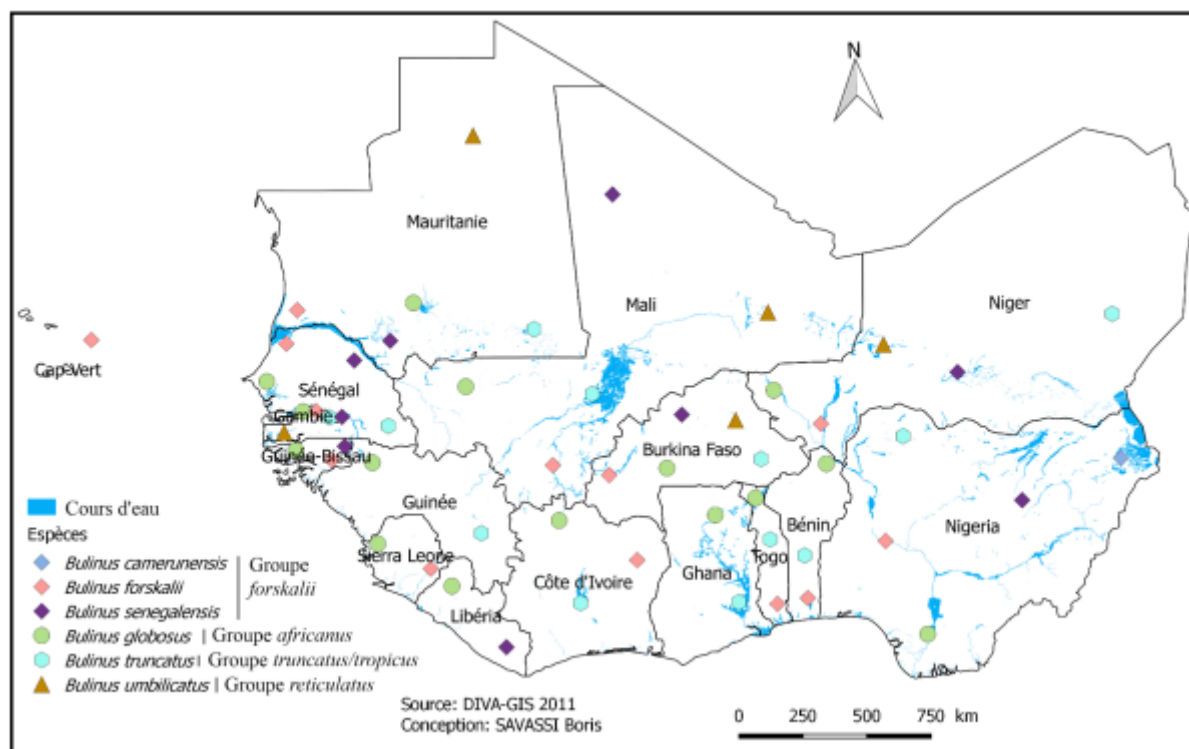


Figure 6 : Répartition des différentes espèces de mollusques, hôtes intermédiaires des schistosomes du groupe *haematobium* (58).

9-1-2- Au Mali

Au Mali, les mollusques hôtes intermédiaires sont associés à deux domaines hydrographiques :

- le domaine caractérisé par un écoulement occasionnel (lacs, oueds, mares et rivières temporaires) ;

- les eaux permanentes ou semi-permanentes, essentiellement les mares pérennes (delta central nigérien, cercle de Diéma), les bassins des fleuves Sénégal (Manantali) et Niger (Baguineda, Sélingué et Office du Niger) et les petites retenues d'eau des micro-barrages de Bandiagara.

Les prospections malacologiques effectuées dans différentes régions du pays ont permis d'identifier six espèces de mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains, tous pulmonés de la famille des *Planorbidae*.

➤ Mollusques de la sous-famille des *Bulininae*

Les figures 7A, B, C et D qui représentent respectivement des spécimens de *Bulinus globosus*, *B. umbilicatus*, *B. truncatus*, *B. forskalii* et *B. senegalensis*, sont tous présents au Mali (59).

Bulinus globosus (Figure 7A) est rencontrée le long du fleuve Niger et dans les biotopes temporaires, généralement à longue durée de mise en eau, de la zone nord-soudanienne. L'espèce occupe approximativement les mêmes biotopes que *Bulinus truncatus*, mais elle est

moins fréquente que cette dernière car elle résiste moins aux mauvaises conditions éco-climatiques (température élevée et pollution des gîtes).

Bulinus umblicatus (**Figure 7B**) a été récoltée uniquement dans les retenues d'eau de Bandiagara et dans les mares semi-temporaires notamment dans le « Paguè » de la ville de Mopti.

Bulinus truncatus (**Figure 7C**) est une espèce ubiquiste, présente dans tous les types de biotopes de la zone nord-sahélienne à la zone sud-soudanienne (canaux d'irrigation, mares et rivières temporaires ou semi-permanentes. Sa grande dispersion explique celle des foyers à *Schistosoma haematobium* (12,14).

Bulinus forskalii (**Figure 7D**) et *Bulinus senegalensis* (**Figure 7E**) ont une préférence pour les collections d'eau temporaires, voir instables ; elles peuvent se rencontrer souvent dans les gîtes permanents, notamment en période de mise en eau des gîtes (12). Toutefois, le rôle d'hôtes intermédiaires des schistosomes humains de ces deux espèces n'est pas encore établi au Mali.

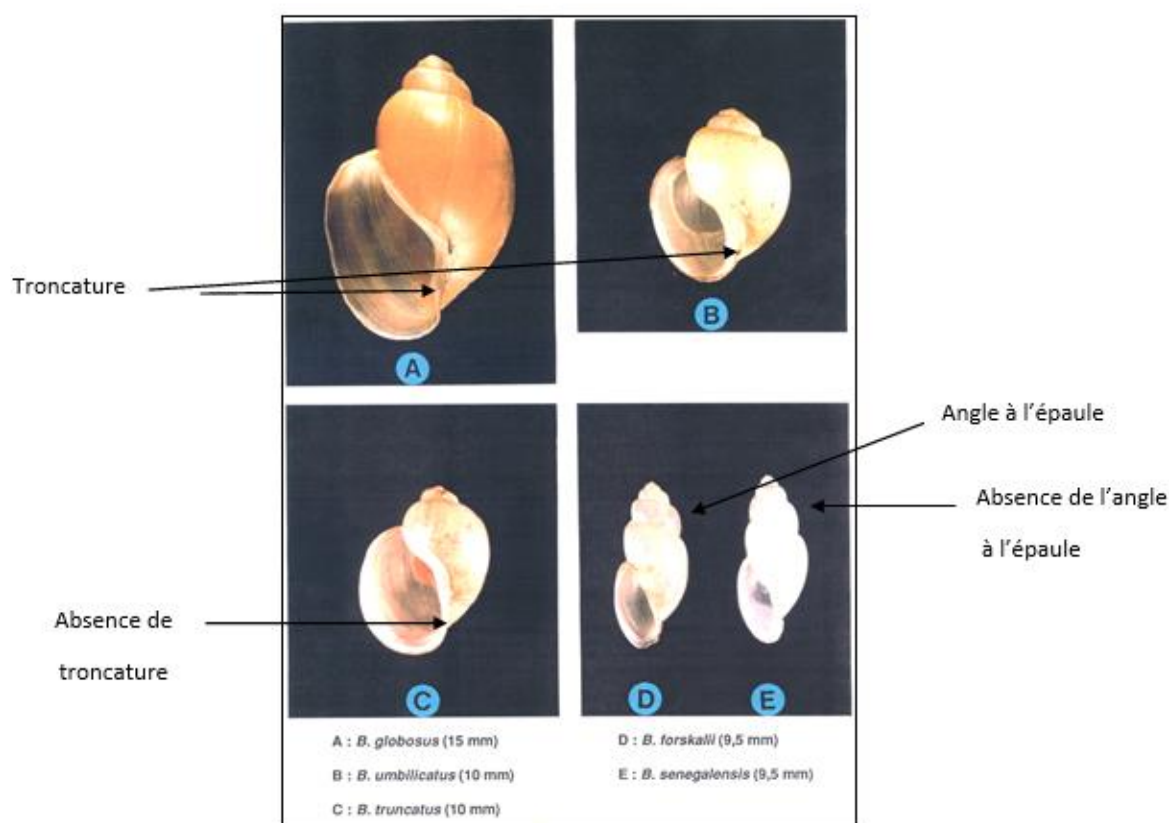


Figure 7 : Spécimens de *Bulinus globosus* (A), *B. umblicatus* (B), *B. truncatus* (C), *B. forskalii* (D) et *B. senegalensis* (E) (59).

10- Cycle biologique

Les schistosomes sont transmis lorsque des personnes et/ou des espèces animales hôtes infectées contaminent les sources d'eau douce avec leurs excréments (féces et/ou urine) contenant des œufs de parasites. Dans l'eau, l'œuf libère une larve ciliée, le miracidium, qui nage activement et pénètre dans le mollusque hôte intermédiaire. A l'intérieur du mollusque spécifique, le miracidium se transforme en sporocyste primaire. Dans le sporocyste primaire, les cellules germinales se multiplient et se différencient pour former des sporocystes secondaires, puis des cercaires. Au cours de leur pénétration dans le derme, les furcocercaires perdent leur queue et se transforment en schistosomules. Ceux-ci atteignent la circulation sanguine qui les entraîne jusqu'au cœur droit puis aux poumons par les artères pulmonaires. Ils regagnent ensuite le cœur gauche et sont entraînés vers les vaisseaux porte-hépatiques. Où, ils acquièrent la morphologie, l'anatomie et la maturité des vers adultes. La phase migratoire dure au total de 7 à 21 jours. Les vers adultes accouplés s'engagent dans les veines proches d'un organe en relation avec l'extérieur : vessie pour *S. haematobium* et mésentère pour les autres espèces. Les œufs qui tombent dans l'eau entretiennent le cycle du parasite. La période d'incubation (de l'infestation de l'homme par la cercaire jusqu'à la ponte des premiers œufs) dure de 10 à 12 semaines pour *S. haematobium*. Toutefois, seule une faible portion (30%) des œufs pondus par la femelle sont éliminés dans le milieu extérieur. La grande majorité des œufs pondus restent bloqués dans les tissus (foie, paroi vésicale, uretère, intestin etc.), où ils sont emprisonnés dans les tissus de l'hôte définitif (**Figure 8**). L'ensemble, œufs et tissus morts constituent le granulome bilharzien (bilharziome), responsable de toutes les complications observées au cours de cette parasitose. Les différentes étapes du cycle évolutif des schistosomes sont comparables d'une espèce à l'autre (60).

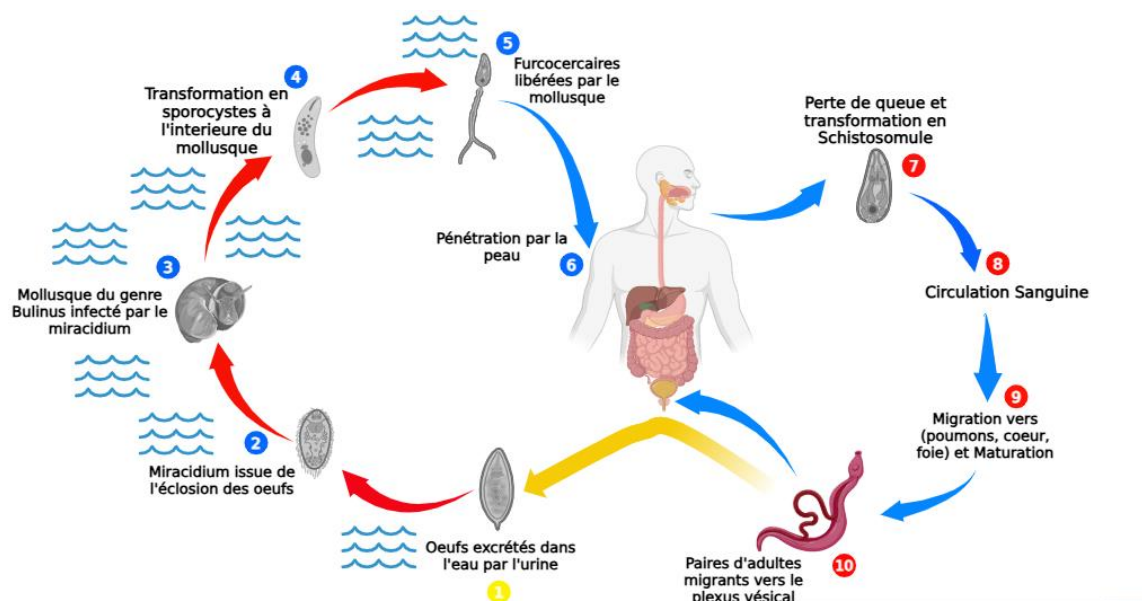


Figure 8 : Cycle de transmission de *S. haematobium* (Source : K. Marc AGBATI ; Thèse 2024)

11- Réservoir de parasites

S. haematobium est un parasite traditionnellement inféodé à l'homme. Toutefois, les données récentes montrent que l'espèce possède aussi d'autres réservoirs du parasite comme les bovins (61). Les autres espèces sont zoophiles.

S. mansoni infeste par exemple différents mammifères (primates, bétail, rongeurs).

S. japonicum infeste tous les groupes d'animaux sauvages et/ou domestiques.

S. bovis et *S. curassoni* infestent le bétail (62).

12- Facteurs favorisant le contact des hommes avec les eaux de surfaces

Le développement et la gestion des ressources en eau visant à réduire la pauvreté dans les communautés rurales d'Afrique subsaharienne où la schistosomose est endémique exacerbent la transmission de la maladie (63). Les barrages et les systèmes d'irrigation élargissent l'habitat des mollusques d'eau douce, hôtes intermédiaires des schistosomes, et augmentent également la fréquence et la densité des contacts entre l'homme et l'eau source de contamination des populations (39). Cet effet est particulièrement marqué dans les régions où l'eau est rare, peut-être en raison de la concentration des contacts homme-eau dans les quelques points d'eau disponibles (63). Selon toute vraisemblance, le secteur économique le plus touché par la maladie dans les pays à revenu faible ou intermédiaire est l'agriculture, en particulier sous sa

forme de subsistance (64). En effet, les populations qui dépendent fortement de la production agricole sont les plus exposées à l'infection et subissent en fin de compte la charge de morbidité la plus élevée. Toutefois, son impact économique net et les compromis sous-jacents entre le développement des ressources en eau et les préoccupations de santé publique doivent encore être rigoureusement quantifiés.

La schistosomose est plus répandue dans les communautés rurales pauvres, en particulier dans les endroits où les activités de pêche et d'agriculture sont dominantes. Les activités domestiques telles que la lessive et la corvée d'eau dans des eaux infectées exposent les femmes à l'infection, tandis que les activités récréatives comme la natation et le manque d'hygiène rendent les enfants vulnérables à la schistosomose (65).

13- Facteurs favorisant le maintien et l'extension

De nombreux facteurs sont responsables de l'existence et de l'extension de l'endémie bilharzienne. Ce sont :

- **Facteurs écologiques** : présence d'eau douce avec une température de 25-30 °C, à faible courant ou stagnante (mare, canaux etc.) ;
- **Facteurs socio-économiques** : manque d'eau potable, absence d'hygiène fécale et urinaire (la schistosomose est une maladie du péril fécal).
- **Facteurs génétiques** : certains individus sont plus susceptibles à l'infestation que d'autres. Autrement certains individus contrôlent mieux l'intensité de leur infestation par la présence du gène SM1 que d'autres ;
- **Facteurs liés à la profession** : agriculteurs (riziculture par irrigation) et pêcheurs sont les plus exposés à l'infestation ;
- **Facteurs liés à l'âge** : enfants et adolescents sont les plus touchés ;
- **Facteurs liés à la migration** : l'exode rural favorise l'introduction de la maladie en milieu périurbain de même que le mouvement des réfugiés ;
- **Facteurs géographiques** (localisation des foyers de transmission, des sites sentinelles à l'aide de GPS, GIS) (26).

14- Physiopathologie

Le miracidium (œuf) sécrète des substances protéolytiques et cytotoxiques importantes qui traversent la paroi ovulaire, ce qui conduit à la formation de granulome bilharziens. Ce granulome est l'expression de la réaction d'hypersensibilité retardée développée au contact des antigènes ovulaires provenant du miracidium (66).

À terme, ces œufs sont détruits et des cellules géantes de type Müller apparaissent, entourant la coque et les débris ovulaires, puis précédant l'évolution vers la fibrose caractéristique de la schistosomose. (67).

Au stade de larve ou adulte, le parasite induit des réactions de défense de l'hôte qui aboutissent à la destruction du parasite. La quantité d'œufs éliminés chute rapidement après 25 ans.

15- Clinique

Les manifestations cliniques de la schistosomose peuvent être regroupées en 4 phases :

- ❖ **Phase d'incubation** : 3 jours, généralement asymptomatique, souvent prurit, dermatite (dermatite des nageurs, maladie de Katayama) au cours de la première contamination (sujets neufs) ;
- ❖ **Phase d'invasion** : 1 mois, correspond à la migration larvaire des schistosomules dans les organes (fièvre, céphalées, asthénies, toux, hyperéosinophilie de 70%-80%). Le diagnostic de la maladie est essentiellement immunologique. Ces deux phases sont communes à toutes les espèces de schistosomes.
- ❖ **Phase d'état** : 2 mois, correspond à la colonisation de la veine porte par les schistosomes adultes, leur maturation sexuelle, leur accouplement et la migration des couples de vers (ou de la femelle) dans leur territoire de prédilection (vessie et mésentère). *Schistosoma haematobium* : Les signes fonctionnels sont : pollakiurie, dysurie, douleurs vésicales, hématurie terminale +++, présence des hématies et des œufs dans les urines, éosinophilie de 20 à 30% et le diagnostic est parasitologique.
- ❖ **Phase chronique ou de complications** : dans la schistosomose uro-génitale à *S. haematobium*, on note des complications vésicales et urétérales : polypes, fibrose, sténose et calcifications et même cancérisation ; des complications rénales : hydronéphrose, pyélonéphrite, insuffisance rénale le plus souvent mortelle ; des complications génitales : 30% des malades : impuissance et stérilité chez l'homme, complications obstétricales, avortements et grossesse ectopique chez la femme (66). Dans la schistosomose à *S. mansoni* les complications sont : intestinales avec ulcères et polypes dans la paroi intestinale, anémie et douleurs abdominales, obstruction intestinale ; hépatiques : hépatosplénomégalie, hypertension portale ; génitales : lésions vulvaires, infertilité et stérilité, risque accru de transmission du VIH (66).

16- Biologie

Elle permet de confirmer le diagnostic clinique : hyper éosinophilie, notion d'hématurie, notion de séjour en zone d'endémie et de baignade en eaux suspectes (26).

Il existe à la fois des méthodes directes et indirectes pour l'examen :

❖ **Méthodes directes** :

a- Examen des urines

La centrifugation : (3000 t/min pendant 5 min) de 20-30 ml d'urine recueillie entre 10-14 heures, puis observer le culot entre lame et lamelle.

La filtration de 10-20 ml d'urine à l'aide d'une seringue à travers un filtre (Whatman ou millipore).

Coloration des œufs : les œufs retenus sur le papier Whatman sont colorés avec une goutte de solution de Ninhydrine à 3%.

Résultats : observation des œufs à éperon terminal de *S. hématobium*.

b- Examen des selles

Examen direct : un fragment de matière fécale dans l'eau physiologique entre lame et lamelle.

Méthode semi-quantitative de Kato-Katz : Elle consiste à faire passer les matières fécales à travers un tamis pour éliminer les grosses particules. Une partie de l'échantillon tamisé (Tamisa) est ensuite déposée dans le trou d'un calibre sur une lame puis l'échantillon est recouvert d'un morceau de cellophane imbibé de glycérine mélangée au vert de malachite. Les œufs sont ensuite comptés et le nombre est calculé par gramme de matières fécales.

Résultats : observation des œufs à éperon latéral de *S. mansoni*.

❖ **Méthodes indirectes** :

a- Sérologie

Elle utilise des antigènes vivants.

° Réaction péri-cercarienne de Vogel-Minning : Sérum + furcocercaires vivantes = décollement de la membrane cercarienne en présence d'anticorps ;

° Réaction *circum-ova* d'Olivier Gonzalez : Sérum + œuf vivant = formation de précipités digitiformes en cas de réaction positive (présence d'anticorps).

b- Immunologie

° Méthodes utilisant des antigènes fixés

IFI (Immunofluorescence indirecte) : elle utilise des cercaires ou des coupes congelées d'adultes de schistosomes (Ag figurés) comme antigènes.

° Méthodes utilisant les antigènes solubles

Les techniques ELISA (Enzyme-Linked Immuno Assay) sont les plus fréquemment employées.

La sensibilité et la spécificité de ces réactions sont assez bonnes, mais ne dépassent pas 80 %.

Le problème de ces méthodes est leur coût important. Elles ne sont donc quasiment pas utilisées dans les enquêtes de masse.

c- Biologie moléculaire

• Gènes étudiés

Trois marqueurs moléculaires sont utilisés en combinaison pour identifier et assigner les espèces de parasites. Premièrement le marqueur mitochondrial (cytochrome C oxydase subunit I mtADN, Cox1 ou COI1), qui est haploïde et hérité de la mère. Deuxièmement, le marqueur nucléaire (ribosomal internal transcrit II, ADNr, ITS2) et troisièmement l'analyse phylogénétique sur les sous-unités ribosomales nucléaires (18S) qui sont diploïdes et hérités des deux parents (68–70). Les études d'épidémiologie moléculaire fournissent des informations utiles sur la génétique des populations de *Schistosoma* dans le temps et l'espace. La génétique des populations est une caractérisation moléculaire qui utilise des tests très sensibles basés sur la PCR, développée pour détecter l'ADN du schistosome, confirmer l'espèce et caractériser génétiquement les populations de schistosomes (71).

- Gènes mitochondriaux

Le génome mitochondrial est considéré comme clonal et rarement ou jamais soumis à la recombinaison (72). Il contient les gènes de plusieurs protéines de la chaîne respiratoire et des composantes de l'appareil de traduction nécessaire à la biosynthèse des protéines codées par l'ADNmt. Les gènes mitochondriaux sont d'excellents marqueurs moléculaires pour définir des groupes de populations, pour étudier l'histoire génétique d'un groupe d'isolats ainsi que pour construire des phylogénies (72). Ces marqueurs mitochondriaux sont transmis par les femelles. Par conséquent, le cytochrome C oxydase 1 a été choisi en utilisant deux types d'amorces (Figure 9)

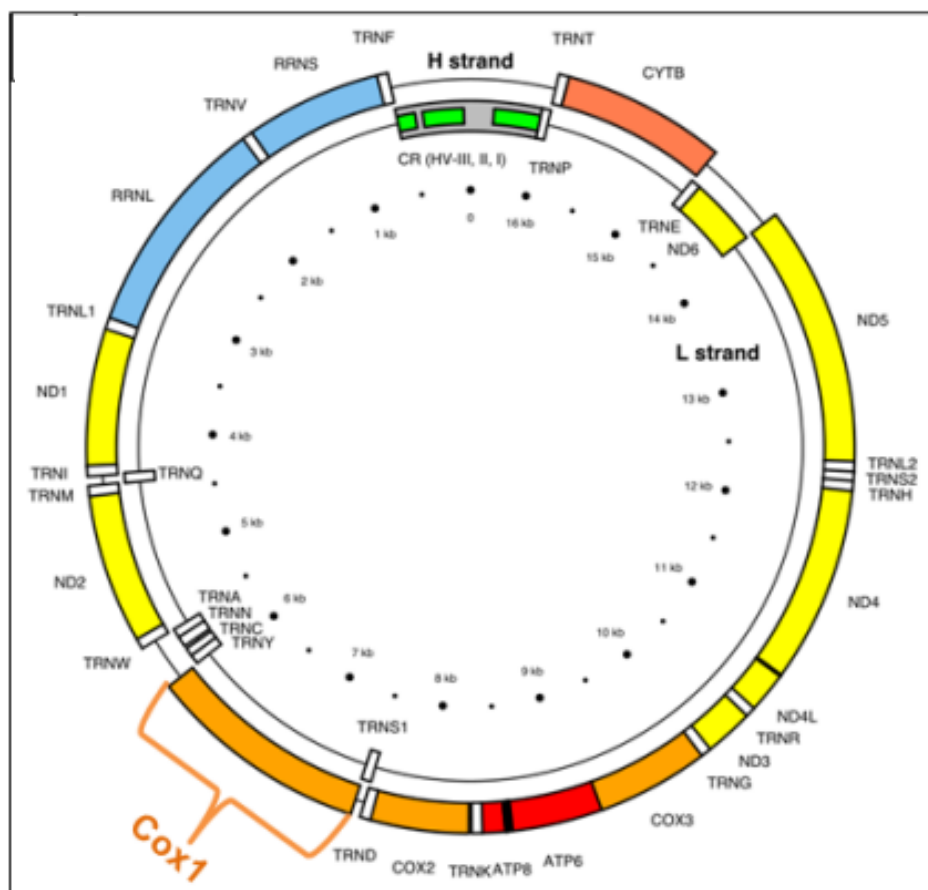


Figure 9 : Emplacement du gène Cox1 dans le génome mitochondrial (73).

- Gènes ribosomaux

Les gènes codant l'ARN ribosomal (ARNr) forment une famille multigénique très utilisée en phylogénie moléculaire. La conservation des zones codantes au cours de l'évolution a permis la définition d'amorces « universelles » utilisées pour analyser les "espaceurs internes transcrits" communément appelés ITS et qui sont très variables entre taxons proches. Ces séquences sont soumises à une évolution concertée, ce qui fait qu'en général un seul type de répétition est présent dans un génome, en plusieurs centaines de copies et cela permet de s'affranchir des biais engendrés par la paralogie. Toutefois, chez les espèces d'origine hybride ou polyploïde, l'évolution différentielle des copies parentales et les taux variables d'évolution concertée représentent une limite sérieuse de ces marqueurs en phylogénie s'ils sont employés seuls (74). Deux gènes ribosomaux ont été utilisés pour les analyses phylogénétiques : les espaceurs internes transcrits ITS et la petite sous-unité 18S (**Figure 10**)

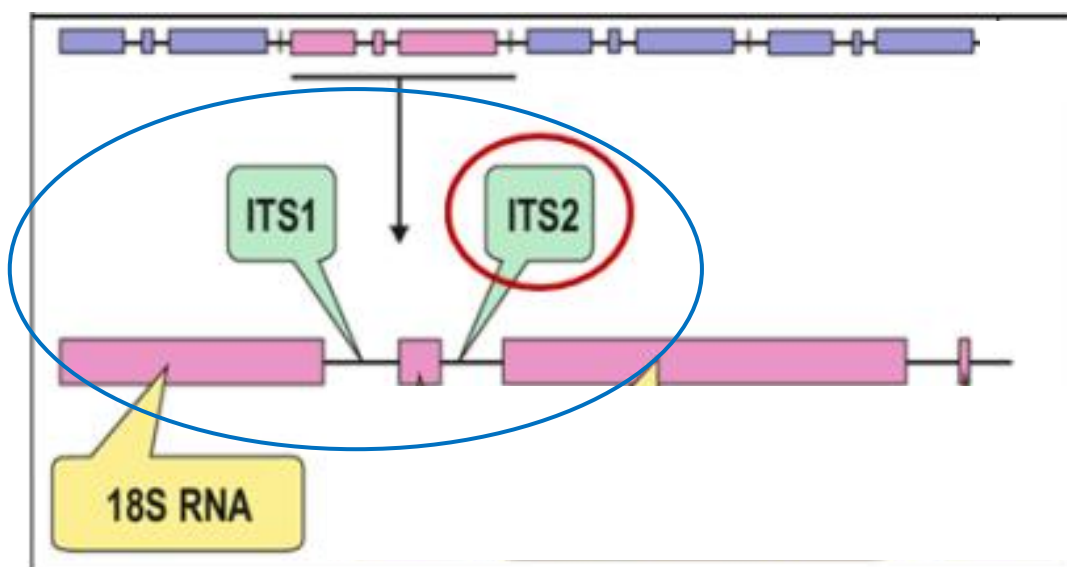


Figure 10 : Organisation de la région des gènes ribosomiaux utilisés (encerclée en bleu) (74).

d- Examens cliniques et paraclinique

- Présence de diarrhées glaireuse et sanguinolente ;
- Rectorragie ;
- Hépto-splénomégalie avec signes d'hypertension portale (HTP)
- Bandelettes réactives : hématurie, protéinurie, créatininémie ;
- Échographie abdominale : Dilatation des reins, irrégularités de la paroi vésicale ;
- Radiographie (cystoscopie, bilharziome).

17- Traitement et Prophylaxie

➤ Traitement

L'approche chimio-thérapeutique préventive utilisant le Praziquantel (**Biltricide®**) est la stratégie la plus courante pour contrôler la schistosomose, qui est actif sur toutes les espèces de schistosomes, ainsi que sur d'autres helminthes (téniasis et cysticercose à *Taenia saginata*, *T. solium* et diverses distomatoses hépatobiliaires et pulmonaires) (75), son faible coût, son mode d'administration oral en prise unique et sa bonne tolérance.

C'est un dérivé de la pyrazino-isoquinoléine, de molécule [2-cyclohexylcarbonyl-1,2,3,6,7,11b-hexahydro-4Hpyrazino (2,1-a) isoquinoline-4-one] qui ne tue que les formes adultes du schistosome, il est donc sans effet sur les cercaires et les schistosomules. Il existe de spéculations sur son mode d'action. La posologie habituelle est de 40 mg/kg/j (sauf pour *S. japonicum* 60 mg/kg/j) en 1 à 2 prises le même jour (comprimés à 600mg). Le taux de guérison

varie de 80% à 100%. Les quelques effets secondaires sont discrets ou transitoires, et disparaissent en moins de 24 heures. Il s'agit surtout d'inconfort digestif (nausées, diarrhée), de céphalées, de somnolence, de vertiges, de réaction urticarienne ou prurigineuse, voire de fièvre. Aucune précaution d'emploi ne se justifie chez l'enfant ni la personne âgée. À ce jour, on n'a pas signalé de complication chez les femmes enceintes ayant consommé le médicament par inadvertance. Par précaution, on évite toutefois sa prescription pendant le 1er trimestre de grossesse (76).

D'autres molécules sont disponibles. Le métrifonate (Bilharcil) est indiqué contre *S. haematobium*, à raison de 7,5-10 mg/kg de poids corporel en 2 prises espacées de 15 jours. L'oxamniquine (Vansil, Mansil) a une action spécifique sur *S. mansoni*.

➤ **Prophylaxie**

Elle consiste à agir sur le cycle du parasite. Cette action s'effectue à deux niveaux, individuel et collectif.

- **Prophylaxie individuelle**

Elle consiste à éviter tout contact avec les eaux douces suspectes ou s'en protéger par le port de bottes, de gants, etc.

- **Prophylaxie collective**

L'objectif est d'éviter ou de réduire la contamination de l'environnement et donc d'empêcher la transmission du parasite. A ce niveau, la stratégie de lutte se caractérise par une action sur le réservoir du parasite et sur l'hôte intermédiaire.

a) Action sur le réservoir du parasite

- La distribution communautaire du Praziquantel (1 ou 2 distributions communautaires annuelles de Praziquantel en fonction du niveau d'endémicité de la maladie) ;
- La construction des puits pour réduire l'intensité des contacts population/eau ;
- La communication pour un changement de comportement (CCC) de la population ;
- L'amélioration du niveau socio-économique de la population ;
- Le dépistage et le traitement des groupes à risque.

b) Action sur les mollusques hôtes intermédiaires

Cette action regroupe différents moyens de lutte dont :

- La lutte écologique par la modification de l'habitat (assèchement périodique ou drainage des gîtes à mollusques) ;
- La lutte chimique par l'épandage de molluscicides (Baylucid®) ;

- La lutte biologique par l'utilisation des prédateurs tels les poissons (*Protopterus annectens*), les mollusques compétiteurs non transmetteurs (*Biomphalaria straminea* vs *B. glabrata*) et/ou les échinostomes qui entreraient en compétition avec les schistosomes en réduisant leur émission par les mollusques hôtes spécifiques.

18- Vaccination

Le développement d'une immunité acquise naturellement par l'hôte définitif lors de l'infestation par les schistosomes, rend possible la mise au point d'un vaccin. Le but d'un tel vaccin n'est pas d'empêcher l'infestation de l'hôte définitif ou la transmission du parasite, mais d'empêcher la formation de granulome bilharzien, donc le développement de la maladie. On compte aujourd'hui une vingtaine de candidats vaccinaux, mais la Sm28 (ou glutathion-S-transférase, GST, 28KD ou Bilhvax) dérivée de *S. mansoni* et *S. haematobium* et *S. japonicum* qui avait suscité beaucoup d'espoirs est aujourd'hui à l'abandon à cause de ses résultats peu performants en phase III chez l'homme (77).

MÉTHODOLOGIE

III- MATÉRIEL et MÉTHODES

1- Cadre d'étude

L'étude s'est déroulée à Bamako dans deux zones ; urbaine et péri-urbaine, respectivement Missabougou située dans la commune VI (CVI) et Taliko dans la (CIV). La ville couvre une superficie de 267 km² et est traversée par le fleuve Niger et ses affluents. Elle appartient à la zone climatique nord-soudanienne, avec deux saisons principales. La saison des pluies s'étend de juin à novembre, avec des orages et des torrents au début et à la fin. La moyenne annuelle des précipitations est d'environ 878 mm. La saison sèche s'étend de décembre à mai. Les températures sont généralement élevées, avec une moyenne annuelle de 35°C (20).

Taliko est une zone périurbaine traversée par le Woyowayanko, un affluent du fleuve Niger servant de collecteur d'eau de pluie. Cependant, au fil du temps, des maisons ont été construites le long et à proximité du cours d'eau, qui sert également à drainer les eaux usées du quartier. Le quartier est doté d'une école fondamentale.

Missabougou zone urbaine ayant subi de nombreux changements environnementaux, notamment l'assainissement du canal qui longe le quartier et sur lequel des ponts ont été construits pour faciliter la circulation des personnes d'un côté à l'autre. Le quartier est approvisionné en eau. Situé à proximité du 3^{ème} pont de la ville, il a été doté d'un certain nombre d'équipements, dont un hôpital moderne et traversé par une grande route à 4 voies le reliant à la route nationale n°6 (RN°6) et une école fondamentale publique (22) (**Figure 11**).

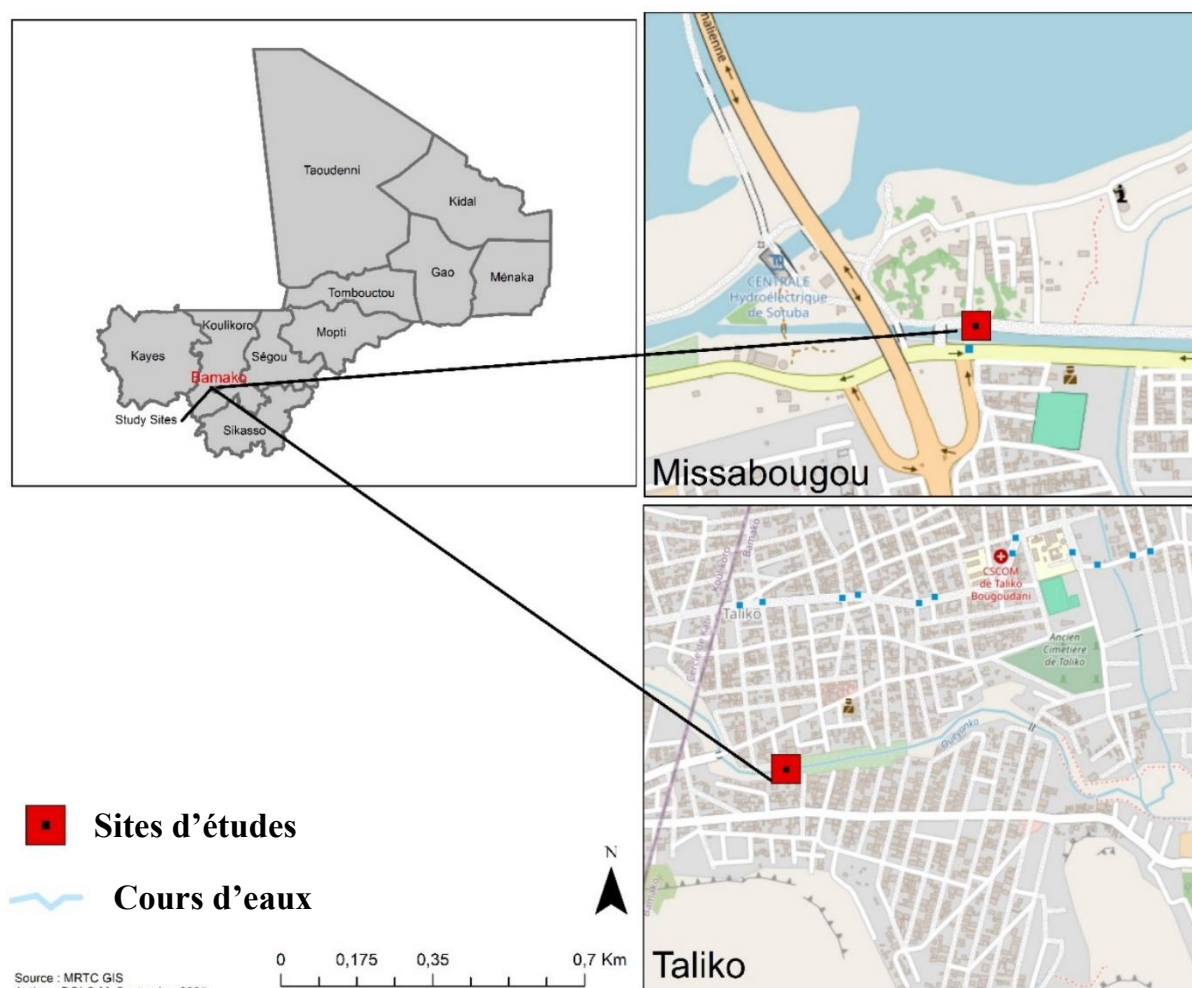


Figure 11 : Carte du district de Bamako montrant la localisation des deux sites d'étude Taliko et Missabougou. (Source : MRTG GIS, Dolo M. Septembre 2025).

2- Type et période d'étude

Notre étude était de type prospective, descriptive avec des passages transversaux (mensuels). Elle s'est déroulée sur un an allant de juillet 2024 à juin 2025.

3- Population d'étude

Notre étude portait sur tous les mollusques collectés sur les deux sites durant la période d'étude.

4- Échantillonnage

L'échantillonnage s'est focalisé sur la collecte de l'eau pour la mesure des paramètres physico-chimiques, combiné à la collecte des mollusques hôtes intermédiaires de la schistosomose.

➤ Analyse de l'eau :

Trois (3) paramètres physico-chimiques ont été mesurés mensuellement : Température de l'eau, le pH et la Conductivité qui est la mesure de la capacité de l'eau à conduire le courant électrique due à la présence des ions. La température de l'eau a été prise sur place. Le pH et la conductivité ont été mesurés au laboratoire à l'aide des appareils (Jenway 3520 pH meter) pour le pH **Figure 12A** et (EC300F Conductivity meter) pour la conductibilité **Figure 12B**.

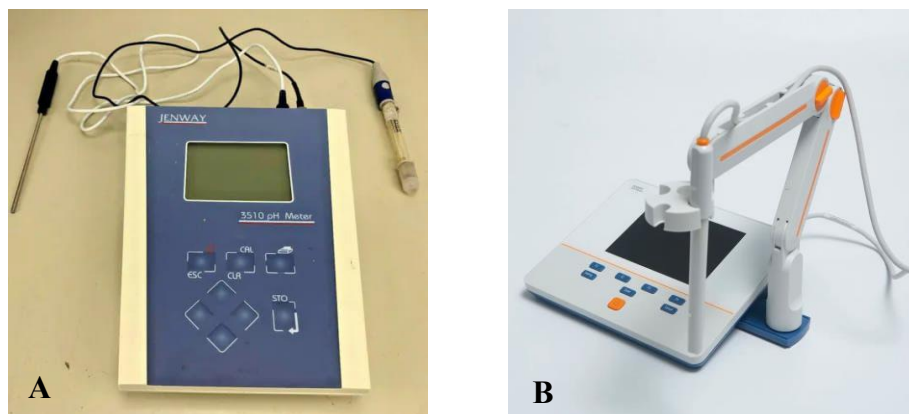


Figure 12 : Instrument de mesure du pH (A) et de la conductivité (B).

➤ **Malacologie :**

Les mollusques d'eau douce ont été minutieusement recherchés sur les sachets et feuilles flottant, à l'aide de pince dans des flacons de 100 ml. Ils ont été collectés, à vue, un à un avec les pinces. Sur chaque site, la prospection malacologique dure 30 min et a été faite par une équipe de deux personnes. Deux passages, correspondant aux deux derniers jours du mois, ont été réalisés chaque mois (1 jour par site).



Figure 13 : Collecte des mollusques sur les sites d'études (Source : K. Marc AGBATI ; Thèse 2024)

➤ **Identification des espèces de mollusques :**

Les mollusques ont été conservés dans de l'eau douce avec un peu de feuilles du milieu comme nourriture. Les mollusques ont été identifiés au niveau de l'espèce sur la base des caractéristiques morphologiques de leurs coquilles en se basant sur la clé d'identification de Frandsen en 1980 (78).

5- Critères d'inclusion

Etaient inclus dans notre étude les mollusques d'intérêt médical (à ouverture sénestre) responsable de la transmission de la schistosomose urogénitale.

- Points (de contacts Homme-eau) où les activités humaines sont fréquentes
- Mollusques du genre *Bulinus*
- Toutes les cercaires émises lors de la chronobiologie d'émission cercarienne.

6- Critères de non-inclusion

Les mollusques à ouverture dextres n'étaient pas pris en compte au cours de notre étude.

- Mollusques du genre *Biomphalaria*

7- Chronobiologie et capture des cercaires

Les mollusques collectés ont été mis par groupes de 5 dans des boîtes de Petri contenant chacune 2 à 3 ml d'eau minérale. Ils sont ensuite exposés au soleil pendant 30 à 45 minutes puis observés à la loupe pour vérifier leurs émissions cercarienne. Les groupes qui ont émis au moins une cercaire ont été départagés un à un dans des piluliers contenant 1 ml d'eau et réexposé au soleil et observé chaque 2h pendant 24h en vue de déterminer la chronobiologie. Les cercaires concernées sont les furcocercaires (queue bifurquée).

A chaque tranche d'heure, les mollusques qui ont émis ont vus leurs cercaires capturées à l'aide de loupe (Motic DM-143) et de micropipette P10 réglée sur un volume de 3 µl sur des cartes FTA. Un total de 20 à 25 furcocercaires ont été capturées par mollusques et déposées sur les cartes FTA à température ambiante jusqu'à leurs utilisations pour la biologie moléculaire (79).

8- Analyse moléculaire

➤ **Extraction de l'ADN**

L'extraction de l'ADN des cercaires a été faite par la méthode au Chelex. Des disques de 3 mm ont été découpés et retirés dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml à l'aide d'un Craft Punch provenant des cartes classiques adaptées de FTA® où la cercaire a été capturée. Une étape initiale de lavage avec 100 µl d'eau Milli-Q a été réalisée en incubant pendant 10 min à température ambiante puis l'eau a été retirée et remplacée par 60 µl de solution de résine de

qualité biologie moléculaire Chelex® 100 à 5 % (Bio-Rad Laboratoires, Hercules, CA, USA). Les échantillons ont ensuite été chauffés à 65 °C pendant 30min à une vitesse de centrifugation de 300 rpm, suivis d'une seconde phase de chauffage à 99 °C pendant 10 min sans centrifugation. L'ADN a finalement été recueilli par centrifugation à 14 000 rpm pendant 2 min, et 40 µL du surnageant (ADN) de chaque échantillon ont été conservés à -20 °C pour une analyse moléculaire ultérieure (80).

➤ **Diagnostic rapide par réaction en chaîne par polymérase multiplex (RD-PCR)**

Une PCR multiplex de diagnostic rapide a été utilisée pour cibler le gène de l'ADNmt Cox1. Nous avons utilisé la technique de Webster (81) optimisée par Van den Broeck (82) et Angora (83). Les amorces étaient une amorce inverse universelle et trois amorces directes spécifiques à l'espèce *S. haematobium* (120 pb), *S. bovis* (260 pb) et *S. mansoni* (215 pb). Chaque amplification PCR partielle de l'ADNmt COI a été réalisée dans un volume total de 10 µL, contenant 2 µL de matrice d'ADN, 2 µL de tampon GoTaq® Flexy (Promega ; Madison, Wisconsin, USA), 0.6 µL de Mg Cl 25 mM², 1 µL de mélange d'amorces 10× (4 µL d'amorce inverse universelle 100 µM, 4 µL de chaque amorce directe 100 µM et 84 µL d'eau milli-Q), 0,2 µL de solutions de dNTP à 10 mM chacune, 0,2 µL de Taq polymérase GoTaq® G2 Hot Start (Promega) et 4 µL d'eau milli-Q. Chaque cycle comprenait une étape de dénaturation de l'ADN à 95 °C pendant 10 s, suivie d'une phase d'hybridation avec les amorces à 52 °C pendant 30 s, et d'une étape d'élongation à 72 °C pendant 10 s. Le programme se terminait par une extension finale à 72 °C pendant 2 min. Les produits PCR ont été examinés sur des gels d'agarose à 2,5 % à 135 V pendant 40 min en utilisant le marqueur de taille d'ADN de 100 pb (Proméga) pour l'estimation de la taille. Les différentes espèces ont été déterminées en se basant sur les tailles de migration sur le gel.

➤ **PCR du Cox1 ADNmt**

Une amplification partielle de l'ADNmt Cox1 a été réalisée par PCR en utilisant l'amorce directe Cox1_schist F (5'- TCTTTTRGATCATAA GCG-3'), et l'amorce inverse Cox1_schist-R (5'-TAAT GCATMGGA AAAACA-3'). Les conditions de PCR utilisées étaient similaires à celles décrites dans Savassi et al (84).

➤ **ARMS PCR**

Le profil nucléaire des parasites a été diagnostiqué en utilisant l'ARMS_PCR. Cette PCR multiplex de diagnostic rapide a été utilisée pour cibler les gènes ITS/18S de l'ADN nucléaire (85).

9- Analyse statistique

Les tableaux des résultats descriptifs (moyennes, écarts-types) ainsi que la construction des graphiques ont été réalisés grâce au logiciel Excel (version 2007) et logiciel SPSS (IBM, version 25.0). Toutes les mesures des paramètres physicochimiques ont été faites en triplicate. L'analyse non-paramétrique (tests de Kruskal-Wallis ou Wilcoxon) sur le logiciel R a été utilisée pour les comparaisons multiples des moyennes des différents paramètres physicochimiques entre les différents mois et différents sites d'échantillonnage. Les pourcentages de mollusques infestés par site de contact et de cercaires émises par heure et par mollusque ont été calculés. Les calculs du taux d'infestation des escargots d'eau douce ont été effectués à l'aide du logiciel SPSS (IBM, version 25.0). Le seuil de signification a été fixé à $p < 5\%$.

10- Considérations éthiques

Le protocole a été examiné et approuvé par le Comité d'éthique institutionnelle (CEI) de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie de l'Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (n° 2024/201/CE/USTTB). Le consentement de la communauté a été obtenu avant le début de l'étude pour la collecte des mollusques. En effet, l'accès à certains points de contact homme/eau situés à l'intérieur des jardins maraîchers qui longent le cours d'eau a nécessité le consentement des propriétaires. Après les expériences, les mollusques vivants non infestés ont été maintenus en élevage au laboratoire.

RÉSULTATS

IV- RÉSULTATS

Un total de 653 *Bulinus* ont été collectés (645 à Taliko et 8 à Missabougou) ; avec des paramètres physico-chimiques de l'eau variés.

Tableau I : Variation temporo-spatiale des paramètres physico-chimiques de l'eau.

Le tableau I présente les moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau sur les deux sites de collecte en fonction du mois. La température varie en moyenne entre $18,6 \pm 0,14$ °C et $30,6 \pm 0,47$ °C à Taliko et entre $18,2 \pm 0,42$ °C et $31,2 \pm 0,35$ °C à Missabougou. On note le pH le plus élevé ($9,0 \pm 0,07$) en septembre et octobre à Taliko et à Missabougou le maximum de pH était en octobre (pH= $9,1 \pm 0,14$). A Taliko la conductivité était de $65,5 \pm 0,78$ µS/cm en décembre et de $159,2 \pm 0,76$ µS/cm en février comparativement à Missabougou où cette valeur était de $52,7 \pm 0,42$ µS/cm en février et de $99,3 \pm 0,64$ µS/cm en mai.

Mois	Taliko			Missabougou		
	Température de l'eau (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Température de l'eau (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)
Juillet 2024	$30,5 \pm 0,71$	$5,1 \pm 0,14$	$100,3 \pm 0,64$	$31,2 \pm 0,35$	$5,9 \pm 0,21$	$95,7 \pm 0,42$
Août	$28,5 \pm 0,71$	$6,1 \pm 0,14$	$95,1 \pm 1,01$	$28,2 \pm 0,42$	$6,1 \pm 0,14$	$90,3 \pm 1,06$
Septembre	$25,0 \pm 0,50$	$9,0 \pm 0,07$	$96,4 \pm 0,57$	$24,9 \pm 0,14$	$8,9 \pm 0,21$	$80,0 \pm 0,28$
Octobre	$24,0 \pm 1,48$	$9,0 \pm 0,07$	$79,6 \pm 0,57$	$24,4 \pm 0,92$	$9,1 \pm 0,14$	$80,5 \pm 0,71$
Novembre	$20,5 \pm 0,50$	$7,9 \pm 0,14$	$70,5 \pm 0,71$	$19,0 \pm 0,07$	$8,1 \pm 0,14$	$62,0 \pm 1,41$
Décembre	$18,7 \pm 0,49$	$7,1 \pm 0,14$	$65,5 \pm 0,78$	$18,8 \pm 0,26$	$6,1 \pm 0,14$	$60,6 \pm 0,51$
Janvier 2025	$18,6 \pm 0,14$	$6,3 \pm 0,14$	$109,0 \pm 1,48$	$18,2 \pm 0,42$	$6,1 \pm 0,35$	$57,7 \pm 0,52$
Février	$18,9 \pm 0,21$	$6,9 \pm 0,31$	$159,2 \pm 0,76$	$19,0 \pm 0,07$	$6,2 \pm 0,14$	$52,7 \pm 0,42$
Mars	$30,6 \pm 0,47$	$6,9 \pm 0,36$	$99,3 \pm 0,67$	$28,0 \pm 0,07$	$6,5 \pm 0,71$	$62,7 \pm 0,58$
Avril	$29,7 \pm 0,64$	$7,1 \pm 0,07$	$100,4 \pm 0,85$	29,0	$6,8 \pm 0,25$	$60,1 \pm 1,10$
Mai	$27,9 \pm 0,32$	$7,7 \pm 0,28$	$100,2 \pm 0,76$	$27,2 \pm 0,76$	$7,8 \pm 0,28$	$99,3 \pm 0,64$
Juin	$24,4 \pm 0,51$	$6,4 \pm 0,14$	$91,1 \pm 1,01$	$23,9 \pm 0,14$	$6,6 \pm 0,14$	$89,5 \pm 0,50$

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

Tableau II : Moyennes des paramètres physico-chimiques des deux sites en fonction du mois.

Le tableau II montre la variation spatiale de la moyenne des paramètres physico-chimiques en fonction du mois. Seule la conductivité présentait une différence significative au seuil de 5% entre les deux sites.

Mois	Température (°C)			ph			Conductivité (μS/cm)		
	Taliko	Missabougou	p	Taliko	Missabougou	p	Taliko	Missabougou	p
Juillet 2024	30.5 ± 0.71	31.2 ± 0.35	0.81	5.1 ± 0.14	5.9 ± 0.21	0.52	100.3 ± 0.64	95.7 ± 0.42	0,006
Août	28.5 ± 0.71	28.2 ± 0.42		6.1 ± 0.14	6.1 ± 0.14		95.1 ± 1.01	90.3 ± 1.06	
Septembre	25.0 ± 0.50	24.9 ± 0.14		9.0 ± 0.07	8.9 ± 0.21		96.4 ± 0.57	80.0 ± 0.28	
Octobre	24.0 ± 1.48	24.4 ± 0.92		9.0 ± 0.07	9.1 ± 0.14		79.6 ± 0.57	80.5 ± 0.71	
Novembre	20.5 ± 0.50	19.0 ± 0.07		7.9 ± 0.14	8.1 ± 0.14		70.5 ± 0.71	62.0 ± 1.41	
Décembre	18.7 ± 0.49	18.8 ± 0.26		7.1 ± 0.14	6.1 ± 0.14		65.5 ± 0.78	60.6 ± 0.51	
Janvier 2025	18.6 ± 0.14	18.2 ± 0.42		6.3 ± 0.14	6.1 ± 0.35		109.0 ± 1.48	57.7 ± 0.52	
Février	18.9 ± 0.21	19.0 ± 0.07		6.9 ± 0.31	6.2 ± 0.14		159.2 ± 0.76	52.7 ± 0.42	
Mars	30.6 ± 0.47	28.0 ± 0.07		6.9 ± 0.36	6.5 ± 0.71		99.3 ± 0.67	62.7 ± 0.58	
Avril	29.7 ± 0.64	29.0		7.1 ± 0.07	6.8 ± 0.25		100.4 ± 0.85	60.1 ± 1.10	
Mai	27.9 ± 0.32	27.2 ± 0.76		7.7 ± 0.28	7.8 ± 0.28		100.2 ± 0.76	99.3 ± 0.64	
Juin	24.4 ± 0.51	23.9 ± 0.14		6.4 ± 0.14	6.6 ± 0.14		91.1 ± 1.01	89.5 ± 0.50	

Tableau III : Distribution des mollusques en fonction du site et du mois.

La distribution des mollusques en fonction des sites de collecte et du mois est présentée dans le (tableau III). Deux espèces de mollusques responsable de la schistosomose urogénitale ont été collectés durant les 12 mois, *B. truncatus* et *B. globosus*. Taliko présentait plus de mollusques et *B. truncatus* était le plus représenté. Durant notre période d'étude, les mollusques ont été retrouvés de janvier à juin 2025 à Taliko et uniquement au mois de février à Missabougou.

Mois	Taliko			Missabougou		
	Total <i>Bulinus</i>	<i>B. truncatus</i>	<i>B. globosus</i>	Total <i>Bulinus</i>	<i>B. truncatus</i>	<i>B. globosus</i>
Juillet 2024	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0
Octobre	1	1	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0
Janvier 2025	96	69	27	0	0	0
Février	248	186	62	8	5	3
Mars	84	66	18	0	0	0
Avril	84	71	13	0	0	0
Mai	124	76	48	0	0	0
Juin	8	7	1	0	0	0
Total	645	476	169	8	5	3

Tableau IV : Taux d'infestation naturel (TIN) des mollusques en fonction du mois et du site.

Sur les mollusques collectés de janvier à juin à Taliko, seul ceux du mois de mars, avril et mai ont émis des cercaires. Un des huit *bulinus* de Missabougou a également émis des cercaires.

Le Taux d'Infestation Naturel (TIN), qui est le nombre de mollusques infestés sur le nombre total de mollusques collectés, est réparti dans le (**tableau IV**). Le mois de mai présente le taux le plus élevé (TIN= 45%).

Mois	Taliko - Infestés				Missabougou - Infestés			
	Total <i>Bulinus</i>	<i>B.</i> <i>truncatus</i>	<i>B.</i> <i>globosus</i>	TIN	Total <i>Bulinus</i>	<i>B.</i> <i>truncatus</i>	<i>B.</i> <i>globosus</i>	TIN
Juillet 2024	0	0	0	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	0	0
Octobre	1	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0
Janvier 2025	96	0	0	0	0	0	0	0
Février	248	0	0	0	8	1	0	13
Mars	84	6	2	10	0	0	0	0
Avril	84	5	3	10	0	0	0	0
Mai	124	39	17	45	0	0	0	0
Juin	8	0	0	0	0	0	0	0
Total	645	50	22	11	8	1	0	13

Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques, hôtes intermédiaires, impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

Tableau V : Paramètres physico-chimique de l'eau et taux d'infestation naturel des mollusques.

Le tableau V fait ressortir la corrélation entre les paramètres physico-chimiques de l'eau et la distribution des mollusques. La présence des mollusques était plus ou moins concentrée dans les mois avec une température de l'eau élevée. La conductivité élevée traduit la présence et l'infestation des mollusques sur les deux sites de collecte.

Taliko							
Mois	Température (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Total Bulinus	<i>B. truncatus</i>	<i>B. globosus</i>	TIN
Juillet 2024	30,5	5,1	100,3	0	0	0	0
Août	28,5	6,1	95,1	0	0	0	0
Septembre	25	9	96,4	0	0	0	0
Octobre	24	9	79,6	1	0	0	0
Novembre	20,5	7,9	70,5	0	0	0	0
Décembre	18,7	7,1	65,5	0	0	0	0
Janvier 2025	18,6	6,3	109	96	0	0	0
Février	18,9	6,9	159,2	248	0	0	0
Mars	30,6	6,9	99,3	84	6	2	10
Avril	29,7	7,1	100,4	84	5	3	10
Mai	27,9	7,7	100,2	124	39	17	45
Juin	24,4	6,4	91,1	8	0	0	0
Total	-	-	-	645	50	22	11
Missabougou							
Juillet 2024	31,2	5,9	95,7	0	0	0	0
Août	28,2	6,1	90,3	0	0	0	0
Septembre	24,9	8,9	80	0	0	0	0
Octobre	24,4	9,1	80,5	0	0	0	0
Novembre	19	8,1	62	0	0	0	0
Décembre	18,8	6,1	60,6	0	0	0	0
Janvier 2025	18,2	6,1	57,7	0	0	0	0
Février	19	6,2	99,3	8	1	0	13
Mars	28	6,5	62,7	0	0	0	0
Avril	29	6,8	60,1	0	0	0	0
Mai	27,2	7,8	52,7	0	0	0	0
Juin	23,9	6,6	89,5	0	0	0	0
Total	-	-	-	8	1	0	13

L'émission rythmique de cercaires par les différents mollusques collectés est illustrée par la (Figure 14). Au cours des trois mois où il y a eu émission de cercaires, les mollusques ont émis dès 8h et ont atteint le pic d'émissions entre 10h et 12h à chaque fois. Au mois de mars, les mollusques ont émis jusqu'à 16-18h comparativement aux mois d'avril et mai. Il n'y avait pas d'émissions nocturne de cercaires.

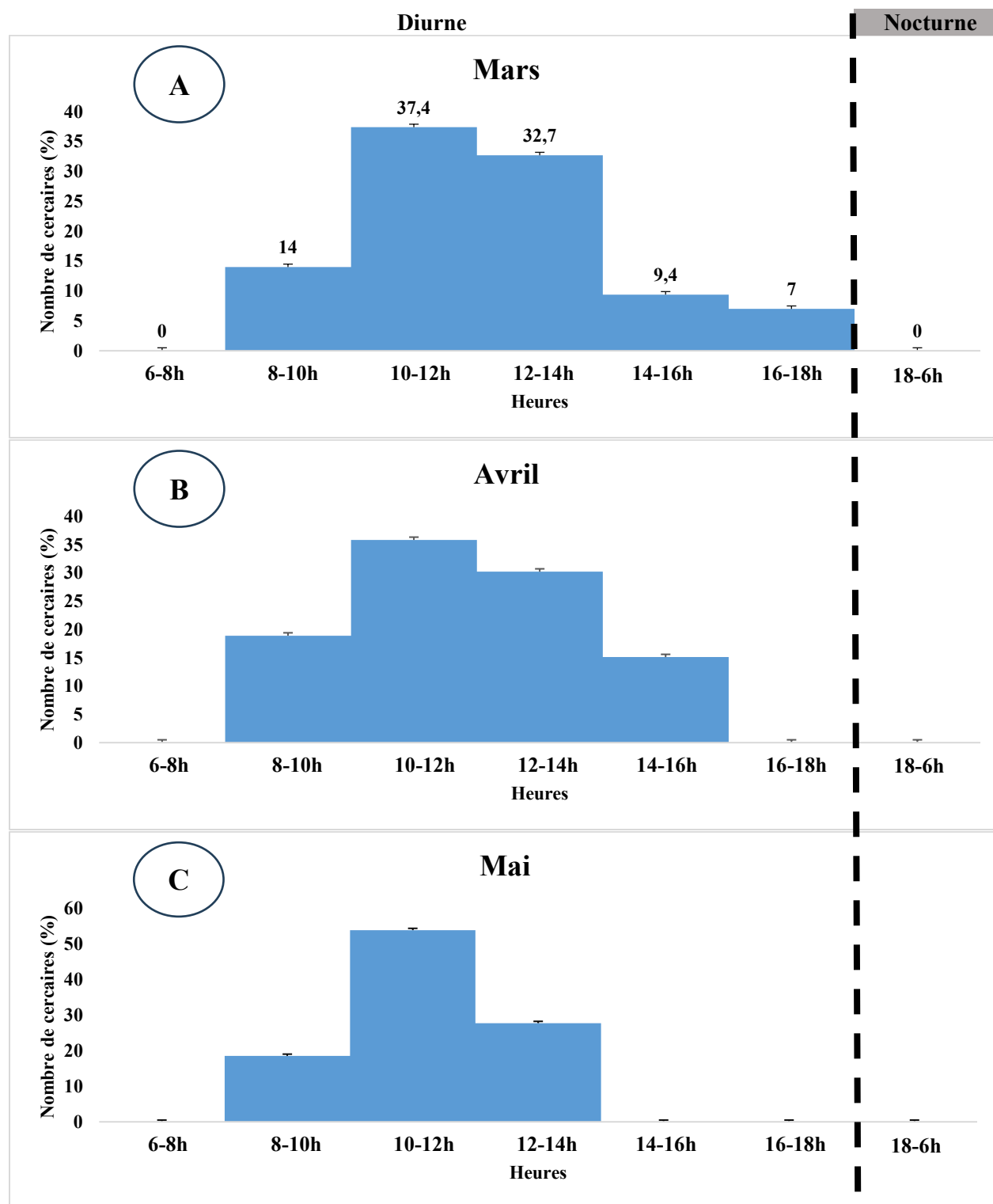


Figure 14 : Chronobiologie d'émission cercarienne.

Tableau VI : Profil génétique des cercaires émises.

Les cercaires obtenues ont été génotypées (**tableau VI**) ; toutes les cercaires sont de profil *Schistosoma haematobium* pure.

Passage	Profil
Mois	<i>Sh_ShxSh</i>
Mars	10 (14.3)
Avril	20 (28,6)
Mai	40 (57,1)
Total	70

La (**Figure 15**) montre la photo du produit PCR Cox1 migrant sur le gel d'Agarose. Cette photo met en évidence la migration à 120 pb de *Schistosoma haematobium*.

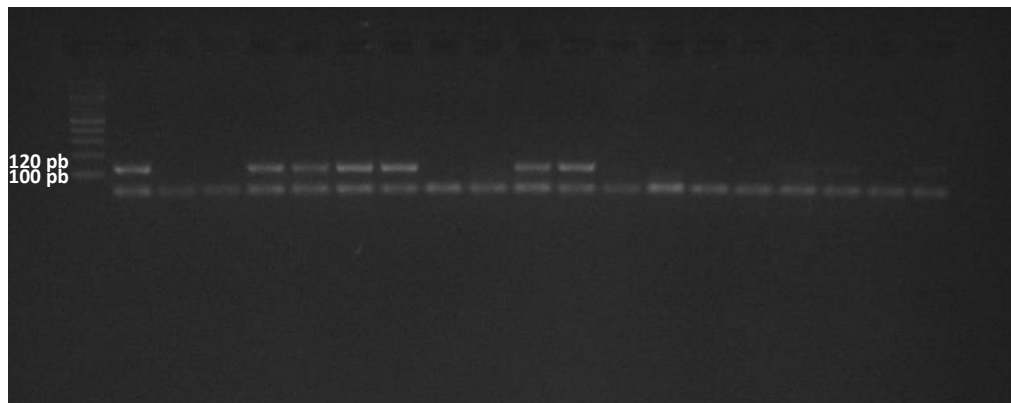


Figure 15 : Gel d'Agarose montrant la migration des produits PCR.

DISCUSSION

V- DISCUSSION

Cette étude visait à comprendre la variation temporelle des populations de mollusques, les hôtes intermédiaires impliqués dans la transmission de la schistosomose urogénitale au Mali. Nos résultats ont montré des variations spatiales et temporelles des paramètres physico-chimiques de l'eau des affluents du fleuve Niger à Bamako. La température de l'eau variait de 18,2 à 31,2 °C, avec une moyenne de 24,5 °C sur les deux sites au cours de la période d'étude. Ces températures sont légèrement inférieures à celles rapportées au Bénin (1). Le pH variait de 5,1 en juillet 2024 à 9,1 en octobre 2024, avec une moyenne globale de 7,05, confirmant la nature basique des eaux des affluents du Niger.

La conductivité électrique variait de 52,7 µS/cm à Missabougou à 159,2 µS/cm à Taliko en février 2025, reflétant des différences dans la minéralisation des eaux douces. Ces valeurs se situent dans la plage faible à modérée typique des eaux superficielles non salines et sont comparables aux mesures régionales (86). Les différences locales pourraient résulter de facteurs géologiques, d'effluents domestiques ou agricoles, et de variations hydrodynamiques entre les sites.

La densité relative des mollusques, hôtes intermédiaires de la schistosomose urogénitale au Mali, variait selon les mois et les sites. Les densités moyennes observées étaient de 27 mollusques/personne/15 min à Taliko et inférieure à 1 mollusque/personne/15 min à Missabougou, avec un maximum de 124 mollusques/personne/15 min à Taliko. Ces variations sont cohérentes avec d'autres observations en Afrique de l'Ouest (Niger, Mauritanie, Côte d'Ivoire), où la densité de *Bulinus* et d'autres hôtes intermédiaires varie fortement selon le site et la saison (87).

Bulinus truncatus était majoritairement collecté à Taliko (476/645) et très rare à Missabougou (5/8), avec une présence continue de janvier à mai 2025 à Taliko. Ces résultats sont cohérents avec les observations de N'Djamena (Tchad) et de Tiko (Cameroun), où *B. truncatus* présente de fortes fluctuations saisonnières, avec des densités plus élevées pendant les périodes de faible débit (88). Ces résultats suggèrent que Taliko offre des conditions écologiques prolongées favorables à *B. truncatus*, tandis que Missabougou constitue un habitat moins favorable.

Le taux d'infestation naturelle (TIN) observé, allant de 10 à 45 % avec un pic à 45 % en mai 2025, s'inscrit dans les plages rapportées ailleurs en Afrique de l'Ouest. L'utilisation de méthodes moléculaires dans notre étude a probablement contribué à l'observation de taux très élevés. Nos résultats confirment que la transmission de la schistosomose urogénitale est

fortement influencée par la saisonnalité, la densité des hôtes et les paramètres physico-chimiques de l'eau, notamment la température, la conductivité et le pH.

Le schéma d'excrétion des cercaires de *Bulinus sp.* à Taliko a montré un pic diurne entre 10 h et 14 h, contrastant avec d'autres observations au Mali (79) et concordant avec des données du Nigéria (89). Les profils génétiques des cercaires collectées ont montré la présence de souches pures de *S. haematobium* ($Sh_Sh \times Sh$) indépendamment du site, du temps ou du mois d'excrétion, indiquant que la transmission de souches pures est moins influencée par le rythme circadien et davantage par les facteurs environnementaux.

Ainsi, l'intégration des données écologiques et génétiques souligne que la saisonnalité et les conditions environnementales locales sont des déterminants clés de la dynamique de transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako. Ces informations sont essentielles pour cibler efficacement les interventions de contrôle, en particulier pendant les périodes et sur les sites de transmission maximale.

CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude fournit une évaluation des facteurs écologiques et génétiques influençant la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali. Nos résultats montrent que *Bulinus truncatus* est l'hôte intermédiaire prédominant, avec des variations spatiales et temporelles marquées, des taux d'infestation pouvant atteindre 45 %, et des schémas d'excrétion cercarienne diurnes. La conductivité de l'eau influence significativement les populations de mollusques et le développement du parasite, tandis que l'analyse génétique confirme la présence de souches pures de *S. haematobium*. L'intégration des données écologiques et moléculaires met en évidence l'importance de la saisonnalité et des conditions environnementales locales dans la dynamique de transmission. Ces résultats fournissent des informations importantes pour orienter efficacement les interventions de contrôle, notamment pendant les périodes et sur les sites de transmission maximale, afin de réduire le fardeau de la schistosomose urogénitale en milieu urbain.

RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS

Au terme de nos analyses, nous formulons quelques recommandations :

Aux autorités sanitaires et le PNLSH :

- ✓ Augmenter la sensibilisation communautaire pour le changement de comportement
- ✓ Associer les campagnes de distributions de masse et la destruction des gîtes à mollusques pour une action coordonnées et durable.
- ✓ Planifier les campagnes de lutte en fonction des saisons à forte excrétion cercarienne et des périodes critiques de transmission identifiées.
- ✓ Associer activement les communautés riveraines dans la conception et la mise en œuvre des stratégies de lutte, pour renforcer leur acceptabilité et leur efficacité.

Aux Chercheurs :

- ✓ Intégrer dans les stratégies de contrôle les paramètres hydriques, notamment la conductivité de l'eau, en tant que déterminants majeurs des populations de mollusques et du développement parasitaire.
- ✓ Utiliser l'analyse génétique comme outil de suivi de la transmission et d'identification des souches circulantes, afin d'ajuster les mesures de lutte en cas d'émergence ou de changement épidémiologique.

A la population :

- ✓ Réduire au maximum l'utilisation de l'eau du fleuve au quotidien
- ✓ Protéger les enfants contre la fréquentation de l'utilisation de l'eau du fleuve.

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

1. Onzo-aboki AA, Ibikounlé, Moudachirou, Alabi E, Mahama SD, Djenontin A, et al. Water Quality and Dynamic of Schistosomiasis Intermediate Host Snails in the Lake. 2018;6:1390–8.
2. Ly B, Yaro AS, Sodio B, Sacko M. Persistance de la schistosomiase urinaire en zones endémiques soumises aux traitements de masse répétés au Mali. *Int J Biol Chem Sci*. 2019 May;13(1):369.
3. OMS. Schistosomiase et géohelminthiases: rapport de situation. 2020;
4. OMS. Schistosomiase et géohelminthiases: rapport de situation, 2023. *Wkly Epidemiol Rec* [Internet]. 2023;48(99):707–18. Available from: <https://coilink.org/20.500.12592/ggbdjw>
5. Berry A, Fillaux J, Iriart X. Schistosomose : une parasitose qui n'est plus uniquement tropicale. *J des Anti-infectieux* [Internet]. 2017;19(3–4):119–24. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.antinf.2017.07.001>
6. WHO. Intégrer les maladies tropicales négligées dans l'action pour la santé mondiale et le développement: quatrième rapport de l'OMS sur les maladies tropicales négligées. *Ultrason Rep Cent africa*. 2018;
7. Chitsulo L, Engels D, Montresor A, Savioli L. Europe PMC Funders Group The global status of schistosomiasis and its control. *Acta Trop*. 2000;77(1):41–51.
8. Clements ACA, Bosqué-Oliva E, Sacko M, Landouré A, Dembélé R. A comparative study of the spatial distribution of schistosomiasis in Mali in 1984-1989 and 2004-2006. *PLoS Negl Trop Dis*. 2009;3(5):1–11.
9. Dabo A, Badawi HM, Bary B, Doumbo OK. Urinary schistosomiasis among preschool-aged children in Sahelian rural communities in Mali. *Parasites and Vectors*. 2011;4(1):1–7.
10. Traoré M, Maude GH, Bradley DJ. Schistosomiasis haematobia in Mali: Prevalence rate in school-age children as index of endemicity in the community. *Trop Med Int Heal*. 1998;3(3):214–21.
11. Dabo A, Diop S, Doumbo O. Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasis humaines à l'office du Niger (Mali). II: Rôle des différents habitats dans la transmission. *Bull la Société Pathol Exot* [Internet]. 1997;87(3):164–9. Available from: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=3381373>
12. Madsen H, Coulibaly G, Furu P. Distribution of freshwater snails in the river Niger basin in Mali with special reference to the intermediate hosts of schistosomes. *Hydrobiologia*. 1987;88:146(1), 77–88. doi:10.1007/bf00007580.
13. Steinmann P, Keiser J, Bos R, Tanner M, Utzinger J. 2006 - Steinmann - Schisto and water resources development - review of people at-risk. *Lancet Infect Dis*. 2006;(6):411–25.
14. Dabo A, Diop S, Doumbo O. Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasis humaines à l'office du Niger (Mali). II: Rôle des différents habitats dans la transmission. *Bull la Société Pathol Exot* [Internet]. 1994;87(3):164–9.

Available from: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=3381373>

15. De Clercq D, Rollinson D, Diarra A, Sacko M, Coulibaly G, Landoure A, et al. Schistosomiasis in Dogon country, Mali: identification and prevalence of the species responsible for infection in the local community. *Trans R Soc Trop Med Hyg* [Internet]. 1994;88(6):653–6. Available from: <https://academic.oup.com/trstmh/article-abstract/88/6/653/1915675>
16. Dabo A, Diop S, Doumbo O. Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasis humaines à l'office du Niger (Mali). II: Rôle des différents habitats dans la transmission. *Bull la Société Pathol Exot*. 1994;87(3), 164-169.
17. WHO. Prevention and Control of Schistosomiasis and Soil-Transmitted Helminthiasis. Geneva World Heal Organ. 2002;ed. Vol. 912, World Health Organization Technical.
18. Agniwo P, Sidibé B, Diakité AT, Niaré SD, Guindo H, Akplogan A, et al. Risk factors and ultrasound aspects associated with Urogenital Schistosomiasis among primary school children in Mali (West Africa). 2022;1–12. Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2243962/v1>
19. Dabo A, Diarra A, Machault V, Touré O, Niambélé DS, Kanté A, et al. Urban schistosomiasis and associated determinant factors among school children in Bamako, Mali, West Africa. *Infect Dis Poverty*. 2015 Dec;4(1).
20. Tandina F, Doumbo SN, Koné AK, Guindo D, Goita S, Sissoko M. Épidémiologie des schistosomoses dans le village périurbain de Sotuba, dix années après la mise à échelle du traitement de masse au Mali. *Med Sante Trop*. 2016;vol. 26, no 1, pages 1-6.
21. Hunter JM. Inherited burden of disease: agricultural dams and the persistence of bloody urine (Schistosomiasis hematobium) in the Upper East Region of Ghana, 1959–1997. *Soc Sci Med* [Internet]. 2003;56(2):219–34. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(02\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(02)00021-7)
22. Agniwo P, Sidibé B, Koné A, Akplogan A, Guindo H, Dossa O, et al. Prevalence and schistosomiasis maintenance risk factors in the district of Bamako, Mali. *African J Parasitol Mycol Entomol*. 2024;2(1):3.
23. Eltawil KM, Plassmann MAX. THEODOR MAXIMILLIAN BILHARZ (1825-1862): THE DISCOVERER OF SCHISTOSOMIASIS. 2011;3(1):17–25.
24. Kervran P. The Intermediate Hosts of Human Schistosomiasis at Bamako, French Sudan. *Bull la Société Pathol Exot* [Internet]. 1947;40(9–10):349–52. Available from: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19482900763>
25. WHO. Schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: progress report, 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/who-wer9748-621-632>. 2022;(48):621–32.
26. Ferandel A. La bilharziose urinaire dans le monde: aspects épidémiologiques. UHP- Université Henri Poincaré; 2001.
27. Benlaribi IH. Chistosomoses ou Bilharzioses [Internet]. 2025. Available from: <https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2025/07/BILHARZIOSES-Dr-BENLARIBI-I-H-2025.pdf>
28. Müller OF. *Hydrachnae*. Apvd Siegfried Lebr Crvsivm. 1781;

29. Jourdane J, Southgate VR, Tchuem Tchuente LA, Combes C. Reconnaissance de deux espèces jumelles au sein du taxon *Schistosoma intercalatum* Fisher, 1934, agent de la schistosomose humaine rectale en Afrique. *Descr Schistosoma guineensis* n sp [Internet]. 2003;71. Available from: <https://doi.org/10.14411/fp.2024.010>
30. Landeryou T, Rabone M, Allan F, Maddren R, Rollinson D, Webster BL, et al. Genome-wide insights into adaptive hybridisation across the *Schistosoma haematobium* group in West and Central Africa. *PLoS Negl Trop Dis*. 2022;16(1):1–19.
31. Ibikounlé M, Massougboji A, Sakiti NG, Pointier JP, Moné H. Anatomical characters for easy identification between *Biomphalaria pfeifferi*, *Helisoma duryi* and *Indoplanorbis exustus* during field surveys. 2008;2(5):112–7.
32. Onzo-Aboki A, Ibikounlé M, Boko PM, Savassi BS, Doritchamou J, Siko EJ, et al. Human schistosomiasis in Benin: Countrywide evidence of *Schistosoma haematobium* predominance. *Acta Trop*. 2019;191(August 2018):185–97.
33. Perez-Saez J, Mande T, Ceperley N, Bertuzzo E, Mari L, Gatto M, et al. Hydrology and density feedbacks control the ecology of intermediate hosts of schistosomiasis across habitats in seasonal climates. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016;113(23):6427–32.
34. Poda JN. Profil parasitologique de la schistosomose urinaire du complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso. *Bull la Soc Pathol Exot*. 2001;94(1):21–4.
35. Poda JN. Étude comparative de trois foyers bilharziens à *Schistosoma haematobium* au Burkina Faso. *Bull la Soc Pathol Exot*. 2001;94(1):25–8.
36. Poda JN, Traoré A, Sondo BK. L'endémie bilharzienne au Burkina Faso. *Bull la Soc Pathol Exot*. 2004;97(1):47–52.
37. Zongo D, Bagayan M, Tiendrébeogo S, Drabo F, Ouedraogo H, Savadogo B, et al. Assessment of schistosomiasis and intestinal helminths following mass drug administration in the Centre and Plateau Central regions of Burkina Faso. *Int J Biol Chem Sci*. 2017;10(4):1525.
38. Rosa F, Simoes M. Acerca da presença do trematodeo *Schistosoma bovis* (Sonsino, 1876) na liha de Santiago. *Garcia Orta Sér Zool Lisboa*. 1998;22 : 69-72.
39. Diakité NR, Winkler MS, Coulibaly JT, Guindo-Coulibaly N, Utzinger J, N'Goran EK. Dynamics of freshwater snails and *Schistosoma* infection prevalence in schoolchildren during the construction and operation of a multipurpose dam in central Côte d'Ivoire. *Infect Dis Poverty*. 2017;6(1).
40. Doumenge J., Mott K, Cheung C. Atlas of the global distribution of schistosomiasis continued. *Atlas Glob Distrib schistosomiasis Contin*. 1987;
41. Gbalégba NGC, Silué KD, Ba O, Ba H, Tian-Bi NTY, Yapi GY, et al. Prevalence and seasonal transmission of *Schistosoma haematobium* infection among school-aged children in Kaedi town, southern Mauritania. *Parasites and Vectors*. 2017;10(1):1–12.
42. Tian-Bi YNT, Webster B, Konan CK, Allan F, Diakité NR, Ouattara M, et al. Molecular characterization and distribution of *Schistosoma cercariae* collected from naturally infected bulinid snails in northern and central Côte d'Ivoire. *Parasites and Vectors*. 2019;12(1):1–10.

43. Sellin B, Boudin C. Les schistosomias en Afrique de l'Ouest. Etudes Médicales. 1981;1, 87p.
44. Amankwa A, Bloch P, Meyerlassen J, Olsen A, Christensen N. Urinary and intestinal schistosomiasis in the Tono Irrigation Scheme, Kassena/Nankana District, upper east region, Ghana. *Trop Med Parasitol.* 1994;(45(4): 319-323.):5–6.
45. Yirenya-Tawiah D, Rashid A, Futagbi G, Aboagye I, Dade M. Prevalence of snail vectors of schistosomiasis in the Kpong Head Pond, Ghana. *West African J Appl Ecol.* 2011;18(1): 39-.
46. Moné H, Ibikounlé M, Massougbdji A, Mouahid G. Human Schistosomiasis in the Economic Community of West African States: Epidemiology and Control. In: *Advances in Parasitology.* 2010. p. 33–91.
47. Kazura J, Neill M, Peters P, Dennis E. Swamp rice farming: possible effects on endemicity of schistosomiasis mansoni and haematobia in a population in Liberia. *Am J Trop Med Hyg.* 1985;34(1): 107-111.
48. Ouldabdallahi M, Ouldbezeid M, Diop C, Dem E, Lassana K. Epidemiology of human schistosomiasis in Mauritania. The right bank of the Senegal River as model. *Bull la Société Pathol Exot.* 2010;103(5): 31.
49. Ould C, Alassane M. Prevalence and parasite load of urinary schistosomiasis in schoolchildren in the Wilaya of Gorgol in Mauritania. *Med Trop (Mars).* 2011;71(3): 261.
50. Rabone M, Wiethase JH, Allan F, Gouvras AN, Pennance T, Hamidou AA, et al. Freshwater snails of biomedical importance in the Niger River Valley: Evidence of temporal and spatial patterns in abundance, distribution and infection with *Schistosoma* spp. *Parasites and Vectors.* 2019;12(1):498.
51. Ernould JC, Garba A, Labbo R, Kaman A, Sidiki A, Djibrilla A, et al. Hétérogénéité de la transmission de *Schistosoma haematobium* dans les périmètres irrigués du Niger. *Bull Soc Pathol Exot.* 2004;97(1), 19-23.
52. Akinwale O, Kane R, Rollinson D, Stothard J, Ajayi M, Akande D, et al. Molecular approaches to the identification of *Bulinus* species in south-west Nigeria and observations on natural snail infections with schistosomes. *J Helminthol.* 2011;85(3):283-93.
53. De Clercq D, Vercruysse J, Sène M, Seck I, Sall C, Ly A, et al. The effects of irrigated agriculture on the transmission of urinary schistosomiasis in the Middle and Upper Valleys of the Senegal River basin. *Ann Trop Med Parasitol.* 2000;94(6), 581.
54. Léger E, Borlase A, Fall C, Diouf N, Diop S, Yasenev L, et al. Prevalence and distribution of schistosomiasis in human, livestock, and snail populations in northern Senegal: a One Health epidemiological study of a multi-host system. ; *Lancet Planet Heal.* 2020;(vol. 4, no 8):[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30129-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30129-7) PMI.
55. Boon N, Van Den Broeck F, Faye D, Volckaert F, Mboup S, Polman K, et al. Barcoding hybrids: Heterogeneous distribution of *Schistosoma haematobium* × *Schistosoma bovis* hybrids across the Senegal River Basin. *Parasitology.* 2018;145(5):634–45.

56. Odei M. A Review of the Distribution and Snail Hosts of Bilharziasis in West Africa. Part II. French Guinea, Ivory Coast, Senegal, Togo and Dahomey, the Niger, Haute Volta and the Soudan. *J Trop Med Hyg.* 1961;64(3): 64-.
57. Salami-Cadoux M, Kulo S, Gunn T, Tourte-Schaefer C. Distribution et fluctuations des populations de Mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasis humaines dans trois types de gîtes de la zone de retenue du futur barrage de Nangbeto (Togo), et leur rôle épidémiologique. *Rev Zool africaine.* 1990;104(1), 49:1–12.
58. Savassi B. Interactions de *Schistosoma haematobium* et *S. bovis* chez l’homme dans les zones lacustres au sud du Bénin : Rôle du bétail domestique et les rongeurs dans la transmission. Thèse Dr. 2020;2019–20.
59. Vera C, Jourdane J, Sellin B, Combes C. Genetic variation in the compatibility between *Schistosoma haematobium* and its potential vectors in Niger. Epidemiological implications. *J. Trop Med Parasitol.* 1990;41, 143-148.
60. Aubry P, Gaüzère BA. Schistosomoses ou bilharzioses. *Med Trop.* 2015;8(7):1–80.
61. Savassi, Mouahid G, Lasica C, Mahaman S dine K, Garcia A, Courtin D, et al. Cattle as natural host for *Schistosoma haematobium* (Bilharz , 1852) Weinland , 1858 x *Schistosoma bovis* Sonsino , 1876 interactions , with new cercarial emergence and genetic patterns. *Parasitol Res.* 2020;119, 2189–205.
62. Diakité A, Agniwo P, Dabo A, Sidibé B, Savassi BAES, Akplogan A, et al. Population genetic structure of *Schistosoma bovis* and *S. curassoni* collected from cattle in Mali. *Parasite.* 2024;31.
63. Steinmann P, Keiser J, Bos R, Tanner M, Utzinger J. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *Lancet Infect Dis.* 2006;6(7):411–25.
64. de Janvry A, Sadoulet E. Agricultural growth and poverty reduction: Additional evidence. *World Bank Res Obs.* 2009;25(1):1–20.
65. WHO. Schistosomiasis fact sheet 115. Geneva: WHO; Geneva. available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis>. 2014.
66. Marieke J, Werf D, Vlas SJ De, Brooker S, Looman WN, Nagelkerke NJD, et al. Quantification of clinical morbidity associated with schistosome infection in sub-Saharan Africa. 2003;86:125–39.
67. Soko TO, Ba PS, Ndiaye M, Carmoi T, Klotz F. Bilharziose (schistosomose) hépatique. *EMC-Hépatologie.* 2017;1–17.
68. Boissier J, Kincaid-smith J, Berry A, Allienne J François, Fillaux J, Toulza E, et al. Changements globaux et infections parasitaires à mollusques vecteurs . Un schistosome hybride atteint l ’ Europe To cite this version : HAL Id : hal-01259813 Changements globaux et infections parasitaires à mollusques vecteurs Un schistosome hybride attei. *Médecine/sciences, EDP Sci.* 2016;
69. Huyse T, Webster BL, Geldof S, Stothard JR, Diaw OT, Rollinson D. Bidirectional Introgressive Hybridization between a Cattle and Human Schistosome Species. *PLoS Pathog.* 2009;5(9), e1000571.
70. Jørgensen A, Madsen H, Nalugwa A, Nyakaana S, Rollinson D, Stothard JR, et al. A

- molecular phylogenetic analysis of *Bulinus* (Gastropoda: Planorbidae) with conserved nuclear genes. *Zool Ser.* 2010;40, 126-136.
71. Wichmann D, Panning M, Quack T, Kramme S, Burchard GD, Grevelding C, et al. Diagnosing schistosomiasis by detection of cell-free parasite DNA in human plasma. *PLoS Negl Trop Dis.* 2009;3(4).
 72. Le TH, Blair D, McManus DP. Mitochondrial DNA sequences of human schistosomes: the current status. *Int J Parasitol.* 2000;30, 283–290. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(9.](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(9.)
 73. Kosakyan A, Heger TJ, Leander BS, Todorov M, E. A. D. Mitchell and EL. COI barcoding of Nebelid testate amoebae (Amoebozoa: Arcellinida): extensive cryptic diversity and redefinition of the Hyalospheniidae Schultze. *Protist.* 2012;163:415–43.
 74. Eddine RZ. *Bulinus* sp : Epidémiologie moléculaire, structure génétique et phylogénie dans trois pays africains. Interactions avec le genre *Schistosoma*. 2014.
 75. OMS. SCHISTOSOMIASE ET GÉOHELMINTHIASES : Rapport d'un Comité d'experts de l'OMS. 2004;
 76. Chevalier B, Martet G, Nicolas X, Klotz F. Schistosomoses. *Encycl Médico-Chirurgicale.* 2002;8:510-A-10.
 77. Al-Naseri A, Al-Absi S, El Ridi R, Noha Mahana. Un aperçu complet et critique des candidats vaccins contre la schistosomiase. *J des Mal Parasit [Internet].* 2021;45:557–580. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12639-021-01387-w>
 78. Frandsen F. A Practical Guide to the Identification of African Freshwater Snails [Internet]. 1980. Available from: https://books.google.be/books?id=_yHnMQAACAAJ
 79. Sidibé B, Agniwo P, Diakité A, Savassi BAE olodji S, Doumbo SN, Akplogan A, et al. Human-water interactions associated to cercarial emergence pattern and their influences on urinary schistosomiasis transmission in two endemic areas in Mali. *Infect Dis Poverty [Internet].* 2024;13(1):1–16. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40249-024-01229-w>
 80. Agniwo P, Boissier J, Sidibé B, Dembélé L, Diakité A, Niaré SD, et al. Genetic profiles of *Schistosoma haematobium* parasites from Malian transmission hotspot areas. *Parasites and Vectors [Internet].* 2023;16(1):1–8. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05860-8>
 81. Webster B, Culverwell C, Khamis I, Mohammed K, Rollinson D, Stothard J. DNA barcoding of *Schistosoma haematobium* on Zanzibar reveals substantial genetic diversity and two major phylogenetic groups. *Acta Trop [Internet].* 2013;128(2):206–17. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.06.002>
 82. Van den Broeck F, Geldof S, Polman K, Volckaert F, Huyse T. Optimal sample storage and extraction protocols for reliable multilocus genotyping of the human parasite *Schistosoma mansoni*. *Infection, Genet Evol [Internet].* 2011;11(6):1413–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meegid.2011.05.006>
 83. Angora EK, Vangraefschep A, Allienne JF, Menan H, Coulibaly JT, Meïté A, et al. Population genetic structure of *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma haematobium* × *Schistosoma bovis* hybrids among school-aged children in Côte

- d'Ivoire . Parasite. 2022;29:23.
84. Savassi B, Dobigny G, Etougbéché JR, Avocegan TT, Quinsou FT, Gauthier P, et al. *Mastomys natalensis* (Smith, 1834) as a natural host for *Schistosoma haematobium* (Bilharz, 1852) Weinland, 1858 x *Schistosoma bovis* Sonsino, 1876 introgressive hybrids. *Parasitol Res.* 2021;120(5):1755–70.
 85. Blin M, Dametto S, Agniwo P, Webster BL, Angora E, Dabo A, et al. A duplex tetra-primer ARMS-PCR assay to discriminate three species of the *Schistosoma haematobium* group: *Schistosoma curassoni*, *S. bovis*, *S. haematobium* and their hybrids. *Parasit Vectors.* 2023;16.1, 121.
 86. Sangaré LO, Ba S, Diallo O, Sanogo D, Zheng T. Assessment of potential health risks from heavy metal pollution of surface water for drinking in a multi - industry area in Mali using a multi - indices approach. *Environ Monit Assess* [Internet]. 2023; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11258-x>
 87. Labbo R, Djibrilla A, Zamanka H, Garba A, Chippaux JP. *Bulinus forskalii*: a new potential intermediate host for *Schistosoma haematobium* in Niger. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2007;101(8):847–8.
 88. Bunda G, Id W, Peters MK, Green AE, Nkuizin E, Brice D, et al. Seasonal and environmental dynamics of intra-urban freshwater habitats and their influence on the abundance of *Bulinus* snail host of *Schistosoma haematobium* in the Tiko endemic focus , Mount Cameroon region. *PLoS One* [Internet]. 2023;1–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0292943>
 89. Fryer SE, Probert AJ. The cercarial output from three Nigerian bulinids infected with two strains of *Schistosoma haematobium*. *J Helminthol* [Internet]. 1988;62(2):133–40. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0022149X00011378>

FICHE SIGNALÉTIQUE

FICHE SIGNALÉTIQUE

NOM : AGBATI

PRÉNOMS : Komlan Marc

COURRIEL : agbatim@yahoo.fr

TITRE DE LA THESE : Evaluation temporelle des espèces de cercaires et des mollusques hôtes intermédiaires, impliquées dans la transmission de la schistosomose urogénitale à Bamako, Mali.

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2024 - 2025

VILLE DE SOUTENANCE : Bamako / Mali

PAYS D'ORIGINE : TOGO

Tel : +223 78 16 25 99 / +228 97 02 35 92

LIEU DE DEPOT : Bibliothèque de la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie

SECTEUR D'INTERET : Biologie / Parasitologie

RÉSUMÉ

RÉSUMÉ

Introduction : La schistosomose urogénitale demeure un problème majeur de santé publique en Afrique subsaharienne et tend à s'installer en milieu urbain, où certaines conditions écologiques favorisent sa transmission. Cette étude visait à analyser les facteurs écologiques et génétiques associés à la transmission de *Schistosoma haematobium* à Bamako, au Mali.

Méthodes : Des enquêtes malacologiques ont été conduites de juillet 2024 à juin 2025 sur deux sites Taliko et Missabougou. L'abondance des mollusques, leur taux d'infestation, les paramètres physico-chimiques de l'eau et le géotypage des cercaires excrétées ont été évalués.

Résultats : À Taliko, *Bulinus truncatus* présentait des densités élevées et des taux d'infestation pouvant atteindre 45 %, avec un pic en saison chaude, tandis qu'à Missabougou les niveaux étaient très faibles. L'excrétion des cercaires suivait un rythme diurne, avec un maximum entre 10h et 12h. Toutes les cercaires analysées correspondaient à des souches pures de *S. haematobium*, sans variation génétique liée à l'heure d'excrétion. Les fortes infestations coïncidaient avec des températures élevées, une conductivité $\geq 99 \mu\text{S/cm}$ et un $\text{pH} > 6$.

Conclusion : Ces résultats montrent que la transmission en milieu urbain de la schistosomose urogénitale est étroitement liée à la saisonnalité et aux conditions écologiques locales, soulignant la nécessité d'interventions ciblées dans les zones et périodes à haut risque.

Mots-clés : Schistosomose urogénitale ; *Schistosoma haematobium* ; conductivité de l'eau ; *Bulinus truncatus* ; Mali.

DATA SHEET

LAST NAME: AGBATI

FIRST NAME: Komlan Marc

E-mail: agbatim@yahoo.fr

THESIS TITLE: Temporal assessment of cercaria species and intermediate snail hosts involved in the transmission of urogenital schistosomiasis in Bamako, Mali.

ACADEMIC YEAR: 2024 - 2025

CITY OF DEFENSE: Commune III (Bamako / Mali)

NATIVE COUNTRY: TOGO

Tel: +223 78 16 25 99 / +228 97 02 35 92

DEPOSIT PLACE: Faculty of Medicine, Pharmacy and Odonto-Somatology library

SECTOR OF INTEREST: Biology / Parasitology

ABSTRACT

ABSTRACT

Introduction: Urogenital schistosomiasis remains a major public health issue in sub-Saharan Africa and is becoming more prevalent in urban areas, where ecological conditions favour its transmission. This study aimed to analyse the ecological and genetic factors associated with the transmission of *Schistosoma haematobium* in Bamako, Mali.

Methods: Malacological surveys were conducted from July 2024 to June 2025 at two sites, Taliko and Missabougou. Snail abundance, infestation rates, water physicochemical characteristics, and the genotypes of shed cercariae were assessed.

Results: At Taliko, *Bulinus truncatus* populations exhibited high densities and infestation rates reaching 45%, with peak values recorded during the hot season. In contrast, snail abundance and infestation levels were very low at Missabougou. Cercarial shedding followed a diurnal pattern, peaking between 10:00 and 12:00 h. Genotyping revealed that all analysed cercariae belonged to pure *S. haematobium* strains, with no genetic variation associated with shedding time. High infestation rates were associated with elevated water temperatures, conductivity ≥ 99 $\mu\text{S/cm}$, and pH values >6 .

Conclusion: These results show that urban transmission of urogenital schistosomiasis is closely linked to seasonality and local ecological conditions, highlighting the need for targeted interventions in high-risk areas and periods.

Keywords: Urogenital schistosomiasis; *Schistosoma haematobium*; water conductivity; *Bulinus truncatus*; Mali.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

JE LE JURE !!!