

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I



FACULTÉ DES SCIENCES

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES
DEPARTMENT OF ANIMAL BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

Laboratoire de Parasitologie et Écologie
Laboratory of Parasitology and Ecology

**Epidémiologie de la schistosomiase et des
géohelminthiases chez les enfants de 5 à 15 ans dans la
province de Ouaddaï de la zone sahéenne au Tchad**

THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de
Doctorat/Ph.D en Biologie des Organismes Animaux

Option : Parasitologie et Écologie

Par

MAHAMAT HASSAN Abdel-Aziz
Matricule 18Z4831

D.E.A



Soutenue publiquement le 06 février 2025 devant le jury composé de

Président : **NJIOKOU Flobert**, Professeur, Université de Yaoundé I ;

Rapporteurs : **BILONG BILONG Charles Félix**, Professeur, Université de Yaoundé I ;


HAMIT MAHAMAT Alio, Maître de Conférences, Université de N'Djamena ;

Membres : **MONY Ruth**, Maître de Conférences, Université de Yaoundé I ;

MBIDA MBIDA Jean Arthur, Maître de Conférences, Université de Douala ;

MAHOB Raymond Joseph, Maître de Conférences, Université de Yaoundé I.

Année 2025

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS		LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF

ANNÉE ACADEMIQUE 2024/2025
 (Par Département et par Grade)
DATE D'ACTUALISATION 16 janvier 2025

ADMINISTRATION

1. **DOYEN** : OWONO OWONO Luc Calvin, *Professeur*
2. **VICE-DOYEN / DPSAA** : NDJIGUI Paul-Désiré, *Professeur*
3. **VICE-DOYEN / DSSE** : NYEGUE Maximilienne Ascension, *Professeur*
4. **VICE-DOYEN / DRC** : NOUNDJEU Pierre, *Maître de Conférences*
5. **Chef Division Administrative et Financière** : NDOYE FOE Florentine Marie Chantal, *Maître de Conférences*
6. **Chef Division des Affaires Académiques, de la Recherche et de la Scolarité DAARS** : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM, *Professeur*

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (44)

N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1.	BIGOGA DAIGA Jude	Professeur	En poste
2.	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
3.	KANSCI Germain	Professeur	En poste
4.	MBACHAM FON Wilfred	Professeur	En poste
5.	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	<i>Chef de Département</i>
6.	NGUEFACK Julienne	Professeur	En poste
7.	NJAYOU Frédéric Nico	Professeur	En poste
8.	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste

9.	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
10.	BEBEE Fadimatou	Maître de Conférences	En poste
11.	BEBOY EDJENGUELE Sara N.	Maître de Conférences	En poste
12.	FONKOUA Martin	Maître de Conférences	En poste
13.	AKINDEH MBUH NJI	Maître de Conférences	En poste
14.	ATOGHO Barbara MMA	Maître de Conférences	En poste
15.	AZANTSA KINGUE GABIN BORIS	Maître de Conférences	En poste
16.	BELINGA née NDOYE FOE F. M. C.	Maître de Conférences	<i>Chef DAF / FS</i>
17.	DAKOLE DABOY Charles	Maître de Conférences	En poste
18.	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Maître de Conférences	En poste

19.	DJUIDJE NGOUNOUE Marceline	Maître de Conférences	En poste
20.	DJUWKWO NKONGA Ruth Viviane	Maître de Conférences	En poste
21.	EFFA ONOMO Pierre	Maître de Conférences	<i>VD/FS/Univ Ebwa</i>
22.	EWANE Cécile Annie	Maître de Conférences	En poste
23.	KENGNE NOUEMSI Anne Pascale	Maître de Conférences	En poste
24.	KOTUE TAPTUE Charles	Maître de Conférences	En poste
25.	LUNGA Paul KEILAH	Maître de Conférences	En poste
26.	MANANGA Marlyse Joséphine	Maître de Conférences	En poste
27.	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Maître de Conférences	En poste
28.	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Maître de Conférences	<i>Doyen FS / UDs</i>
29.	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
30.	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
31.	Palmer MASUMBE NETONGO	Maître de Conférences	En poste
32.	PECHANGOU NSANGOU Sylvain	Maître de Conférences	En poste
33.	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Maître de Conférences	En poste

34.	BAKWO BASSOGOG Christian Bernard	Chargé de Cours	En poste
35.	ELLA Fils Armand	Chargé de Cours	En poste
36.	EYENGA Eliane Flore	Chargée de Cours	En poste
37.	FOUPOUPOUOGNIGNI Yacouba	Chargé de Cours	En poste
38.	KOUOH ELOMBO Ferdinand	Chargé de Cours	En poste
39.	MADIESSE KEMGNE Eugénie Aimée	Chargée de Cours	En poste
40.	MANJIA NJIKAM Jacqueline	Chargée de Cours	En poste
41.	MBOUCHE FANMOE Marceline J.	Chargée de Cours	En poste
42.	OWONA AYISSI Vincent Brice	Chargé de Cours	En poste
43.	WILFRED ANGIE ABIA	Chargé de Cours	En poste
44.	WOGUIA Alice Louise	Chargée de Cours	En poste

2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (50)

1.	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Professeur	<i>DAARS/FS</i>
2.	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En poste
3.	DZEUFIT DJOMENI Paul Désiré	Professeur	En poste
4.	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeure	<i>CD et Vice Doyen/FMSB/UYI</i>
5.	KEKEUNOU Sévilor	Professeur	<i>Chef de Département</i>
6.	MEGNEKOU Rosette	Professeure	En poste
7.	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
8.	NOLA Moïse	Professeur	En poste
9.	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste
10.	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Inspecteur de service / Coord.Progr./MINSANTE</i>
11.	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Professeur	En poste

12.	ALENE Désirée Chantal	Maître de Conférences	<i>Vice Doyen/ Uté Ebwa</i>
-----	-----------------------	-----------------------	-----------------------------

13.	ATSAMO Albert Donatien	Maître de Conférences	En poste
14.	BILANDA Danielle Claude	Maître de Conférences	En poste
15.	DJIOGUE Séfirin	Maître de Conférences	En poste
16.	GOUNOUE KAMKUMO Raceline épse FOTSING	Maître de Conférences	En poste
17.	JATSA BOUKENG Hermine épse MEGAPTCHÉ	Maître de Conférences	En Poste
18.	KANDEDA KAVAYE Antoine	Maître de Conférences	En poste
19.	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Maître de Conférences	En poste
20.	MAHOB Raymond Joseph	Maître de Conférences	En poste
21.	MBENOUN MASSE Paul Serge	Maître de Conférences	En poste
22.	MOUNGANG Luciane Marlyse	Maître de Conférences	En poste
23.	NOAH EWOTI Olive Vivien	Maître de Conférences	En poste
24.	MONY Ruth épse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
25.	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Maître de Conférences	En poste
26.	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Maître de Conférences	En poste
27.	NGUEMBOCK	Maître de Conférences	En poste
28.	TADU Zephyrin	Maître de Conférences	En poste
29.	TAMSA ARFAO Antoine	Maître de Conférences	En poste
30.	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste
31.	YEDE	Maître de Conférences	En poste

32.	AMBADA NDZENGUE GEORGIA ELNA	Chargée de Cours	En poste
33.	BASSOCK BAYIHA Etienne Didier	Chargé de Cours	En poste
34.	ETEME ENAMA Serge	Chargé de Cours	En poste
35.	FEUGANG YOUMSSI François	Chargé de Cours	En poste
36.	FOKAM Alvine Christelle Epse KENGNE	Chargée de Cours	En poste
37.	FOSSI TANKOUA Olivia Epse DJEUTCHOUANG SAYANG	Chargée de Cours	En poste
38.	GONWOUO NONO Legrand	Chargé de Cours	En poste
39.	KOGA MANG Dobará	Chargé de Cours	En poste
40.	LEME BANOCK Lucie	Chargée de Cours	En poste
41.	MAPON NSANGO Indou	Chargé de Cours	En poste
42.	METCHI DONFACK Mireille Flaure EPSE GHOUMO	Chargée de Cours	En poste
43.	NDENGUE Jean De Matha	Chargé de Cours	En poste
44.	NGOUATEU KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste
45.	NJUA Clarisse YAFI	Chargée de Cours	<i>Cheffe Div. U. Bamenda</i>
46.	NWANE Philippe Bienvenu	Chargé de Cours	En poste
47.	YOUNOUSSA LAME	Chargé de Cours	En poste
48.	ZEMO GAMO Franklin	Chargé de Cours	En poste

49.	KODJOM WANCHE Jacguy Joyce	Assistante	En poste
-----	----------------------------	------------	----------

3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (37)

1.	AMBANG Zachée	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2.	BIYE Elvire Hortense	Professeure	En poste
3.	DJOCGOUE Pierre François	Professeur	En poste
4.	MBOLO Marie	Professeure	En poste
5.	NDONGO BEKOLO	Professeur	En poste
6.	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste

7.	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
8.	DJEUANI Astride Carole	Maître de Conférences	En poste
9.	MAHBOU SOMO TOUKAM Gabriel	Maître de Conférences	En poste
10.	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
12.	NGALLE Hermine BILLE	Maître de Conférences	En poste
13.	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	<i>CT/MINRESI</i>
14.	TONFACK Libert Brice	Maître de Conférences	En poste
15.	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
16.	ONANA Jean Michel	Maître de Conférences	En poste

17.	DIDA LONTSI Sylvere Landry	Chargé de Cours	En poste
18.	GONMADGE Christelle	Chargé de Cours	En poste
19.	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargé de Cours	En poste
20.	MANGA NDJAGA JUDE	Chargé de Cours	En poste
21.	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Chargée de Cours	En poste
22.	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargée de Cours	En poste
23.	NSOM ZAMBO EPSE PIAL Annie Claude	Chargée de Cours	<i>En détachement/UNESCO MALI</i>
24.	GODSWILL NTSOMBOH NTSEFONG	Chargé de Cours	En poste
25.	KABELONG BANAHOU Louis-Paul- Roger	Chargé de Cours	En poste
26.	KONO Léon Dieudonné	Chargé de Cours	En poste
27.	LIBALAH Moses BAKONCK	Chargé de Cours	En poste
28.	LIKENG-LI-NGUE Benoit C	Chargé de Cours	En poste
29.	TAEDOUNG Evariste Hermann	Chargé de Cours	En poste
30.	TEMEGNE NONO Carine	Chargée de Cours	En poste
31.	BOLIE Hubert	Assistant	En poste
33.	MACHE NKOUANDEU Pasma	Assistante	En poste
34.	MAFFO FOKOU Adèle	Assistante	En poste
35.	METSEBING Blondo-Pascal	Assistant	En poste
36.	NTONMEN YPNKEU Amandine Flore	Assistante	En poste
37.	ONANA EBODE Clotaire	Assistant	En poste

4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (28)

1.	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé de Mission PR</i>
2.	NANSEU NJIKI Charles Péguy	Professeur	En poste
3.	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI</i>
4.	NGOMO Horace MANGA	Professeur	<i>Vice Chancellor/UB</i>
5.	NJIOMOU C. épouse DJANGANG	Professeur	En poste
6.	NJOYA Dayirou	Professeur	En poste

7.	ACAYANKA Elie	Maître de Conférences	En poste
8.	EMADAK Alphonse	Maître de Conférences	En poste
9.	KAMGANG YOUBI Georges	Maître de Conférences	En poste
10.	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
11.	KENNE DEDZO GUSTAVE	Maître de Conférences	En poste
12.	MBEY Jean Aimé	Maître de Conférences	En poste
13.	NDI Julius NSAMI	Maître de Conférences	<i>Chef de Département</i>
14.	NEBAH Née NDOSIRI Bridget NDOYE	Maître de Conférences	<i>Sénatrice/SENAT</i>
15.	NYAMEN Linda Dyorisse	Maître de Conférences	En poste
16.	PABOUDAM GBAMBIE AWAWOU	Maître de Conférences	En poste
17.	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Maître de Conférences	En poste
18.	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Maître de Conférences	<i>Chef Service/ ENS Bertoua</i>
19.	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Maître de Conférences	En poste
20.	KOUOTOU DAOUA	Maître de Conférences	En poste

21.	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
22.	NCHIMI NONO KATIA	Chargée de Cours	En poste
23.	NJANKWA NJABONG N. Eric	Chargé de Cours	En poste
24.	PATOUOSSA ISSOFA	Chargé de Cours	En poste
25.	SIEWE Jean Mermoz	Chargé de Cours	En Poste
26.	BOYOM TATCHEMO Franck W.	Assistant	En Poste
27.	DANTIO NGUELA Christian Brice	Assistant	En poste
28.	LEKENE NGOUATEU Reine	Assistant	En poste

7.	AMBASSA Pantaléon	Maître de Conférences	En poste
----	-------------------	-----------------------	----------

6- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (33)

1.	Alex de Théodore ATCHADE	Professeur	<i>DEPE/Univ. Bertoua</i>
2.	DONGO Etienne	Professeur	<i>Vice-Doyen/FSE/UYI</i>
3.	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	<i>Chef de Département/UDS</i>
4.	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Recteur UBertoua/ Chef de Département</i>
5.	MBAZOA née DJAMA Céline	Professeur	En poste
6.	MKOUNGA Pierre	Professeur	En poste

8.	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	<i>Director/HTTTC/UBda</i>
9.	FOTSO WABO Ghislain	Maître de Conférences	En poste
10.	KAMTO Eutrophe Le Doux	Maître de Conférences	En poste
11.	KENMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
12.	MVOT AKAK CARINE	Maître de Conférences	En poste
13.	NGOMO Orléans	Maître de <conférences	En poste
14.	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	<i>Chef de Cellule MINRESI</i>
15.	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Maître de Conférences	<i>Chef Div./MINESUP</i>
16.	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Maître de Conférences	<i>Dir ENS/Uté Bertoua</i>
17.	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
18.	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
19.	TAGATSING FOTSING Maurice	Maître de Conférences	En poste
20.	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Maître de Conférences	En poste
21.	ZONDEGOUMBA Ernestine	Maître de Conférences	En poste

22.	MELONG Radius	Chargé de Cours	En poste
23.	MESSI Angélique Nicolas	Chargé de Cours	En poste
24.	MUNVERA MFIFEN Aristide	Chargé de Cours	En poste
25.	NGNINTEDO Dominique	Chargé de Cours	En poste
26.	NONO NONO Éric Carly	Chargé de Cours	En poste
27.	OUETE NANTCHOUANG Judith Laure	Chargée de Cours	En poste
28.	SIELINOUE TEDJON Valérie	Chargé de Cours	En poste
29.	TCHAMGOUE Joseph	Chargé de Cours	En poste
30.	TSAFFACK Maurice	Chargé de Cours	En poste
31.	TSAMO TONTSA Armelle	Chargée de Cours	En poste
32.	TSEMEUGNE Joseph	Chargé de Cours	En poste

33.	NDOGO ETEME Olivier	Assistant	En poste
34.	NGUEMDJO CHIMEZE Valery Wilfried	Assistant	En poste

6- DEPARTEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES (ER) (1)

1.	BODO Bertrand	Professeur	<i>Chef de Département</i>
----	---------------	------------	----------------------------

7- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (22)

1.	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef de Division des SI/MINESUP</i>
2.	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	<i>Inspecteur Général Académique/ MINESUP</i>
3.	NDOUNDAM René	Professeur	En poste

4.	ABESSOLO ALO'O Gislain	Maître de Conférences	<i>CTI/MINFOPRA</i>
5.	MELATAGIA YONTA Paulin	Maitre de Conférences	En poste
6.	TSOPZE Norbert	Maître de Conférences	En poste

6.	AMINOU HALIDOU	Chargé de Cours	<i>Chef de Département</i>
7.	DJAM XAVIERA YOUH - KIMBI	Chargée de Cours	En Poste
8.	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Chargé de Cours	En poste
9.	EBELE Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
10.	EKODECK Stéphane Gaël Raymond	Chargé de Cours	En poste
11.	HAMZA Adamou	Chargé de Cours	En poste
12.	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Chargé de Cours	En poste
13.	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
15.	MESSI NGUELE Thomas	Chargé de Cours	<i>Chef de Département/Génie Info./U Ebolowa</i>
16.	MONTHE DJIADEU Valery M.	Chargé de Cours	En poste
17.	NZEKON NZEKO'O Armel Jacques	Chargé de Cours	En poste
18.	OLLE OLLE Daniel Claude Georges Delort	Chargé de Cours	<i>Directeur Adjoint ENSET Ebolowa</i>
19.	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste

20.	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
21.	MAKEMBE. S. Oswald	Assistant	<i>Directeur CUTI</i>
22.	MAXWELL NDOGNKON MANGA	Assistant	En poste
23.	NDOM Francis Rollin	Assistant	En poste
24.	NGUIMEYA TSOFAK Baudoin	Assistant	En poste
24.	NKONDOCK. MI BAHANACK. N.	Assistant	En poste

8- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (34)

1.	AYISSI Raoult Domingo	Professeur	<i>Chef de Département/D. ENSPY</i>
----	-----------------------	------------	---

2.	KIANPI Maurice	Maître de Conférences	En poste
3.	MBANG Joseph	Maître de Conférences	En poste
4.	MBEHOU Mohamed	Maître de Conférences	<i>Chef de Division/ENSPY</i>
5.	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Maître de Conférences	En poste
6.	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	<i>VDRC/FS/UIYI</i>
7.	TAKAM SOH Patrice	Maître de Conférences	En poste
8.	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	<i>Directeur/AIMS Rwanda</i>

9.	TCHOUNDJA Edgar Landry	Maître de Conférences	En poste
10.	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	<i>Chef Cellule MINEPAT</i>
11.	BOGSO ANTOINE Marie	Chargé de Cours	En poste
12.	BITYE MVONDO Esther	Chargé de Cours	En poste
13.	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
14.	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
15.	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste
16.	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
17.	KOKOMO AYISSI Eric Brice	Chargé de Cours	En poste (transfert de l'université de Douala)
18.	LOUMNGAM KAMGA Victor	Chargé de Cours	En poste
19.	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
20.	MBATAKOU Salomon Joseph	Chargé de Cours	En poste
21.	MENGUE MENGUE David Joël	Chargé de Cours	<i>Chef Dpt /ENS Université d'Ebolowa</i>
22.	MBIAKOP Hilaire George	Chargé de Cours	En poste
23.	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
24.	NIMPA PEFOUKEU Romain	Chargée de Cours	En poste
25.	OGADOA AMASSAYOGA	Chargée de Cours	En poste
26.	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	<i>En stage</i>
27.	TENKEU JEUFACK Yannick Léa	Chargé de Cours	En poste
28.	TCHEUTIA Daniel Duviol	Chargé de Cours	En poste
29.	TETSADJIO TCHILEPECK M. Eric.	Chargé de Cours	En poste

30.	EBODE ATANGANA Pie Désiré	Assistant	En poste
31.	FOKAM Jean Marcel	Assistant	En poste
32.	GUIDZAVAI KOUCHERE Albert	Assistant	En poste
33.	MAMA ASSANDJE Prosper	Assistant	En poste
34.	MANN MANYOMBE Martin Luther	Assistant	En poste
35.	MEFENZA NOUNTU Thiery	Assistant	En poste
36.	NYOUMBI DLEUNA Christelle	Assistant	En poste

9 - DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (24)

1.	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2.	KOUITCHEU MABEKU Epse KOUAM Laure Brigitte	Professeure	En poste
3.	MUNE MUNE Martin Alain	Professeur	En poste
4.	NYEGUE Maximilienne Ascension	Professeure	<i>Vice-Doyen / DSSE</i>
5.	RIWOM Sara Honorine	Professeure	En poste
6.	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Professeur	En poste

7.	ASSAM ASSAM Jean Paul	Maître de Conférences	<i>Doyen/FASA/UDs</i>
8.	BOUGNOM Blaise Pascal	Maître de Conférences	En poste
9.	NJIKI BIKOÏ Jacky	Maître de Conférences	En poste
10.	TCHIKOUA Roger	Maître de Conférences	<i>Chef de Service de la Scolarité</i>

11.	EHETH Jean Samuel	Chargé de Cours	En poste
12.	ESSONO Damien Marie	Chargé de Cours	En poste
13.	EZO'O MENGO Fabrice Télésfor	Chargé de Cours	En poste
14.	LAMYE Glory MOH	Chargé de Cours	En poste
15.	MEYIN A EBONG Solange	Chargée de Cours	En poste
16.	MONI NDEDI Esther Del Florence	Chargée de Cours	<i>Cheffe de service/DAAC/UIYI</i>
17.	NKOUDOU ZE Nardis	Chargé de Cours	En poste
18.	NKOUÉ TONG Abraham	Chargé de Cours	En poste
19.	NGOUE NAM Romial Joël	Chargé de Cours	En poste
20.	NJAPNDOUNKE Bilkissou	Chargé de Cours	En poste
21.	TAMATCHO KWEYANG Blandine Pulchérie	Chargée de Cours	En poste
22.	SAKE NGANE Carole Stéphanie	Chargée de Cours	En poste
23.	TOBOLBAÏ Richard	Chargé de Cours	En poste

24.	ZO'O EZO'O Fabrice Télésfor	Assistant	En poste
25.	MAYI Marie Paule Audrey	Assistante	En poste

10. DEPARTEMENT DE PHYSIQUE (PHY) (45)

1.	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
2.	BIYA MOTTO Frédéric	Professeur	<i>DG/HYDRO Mekin</i>
3.	DJUIDJE KENMOE ép. ALOYEM	Professeur	En poste
4.	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Professeur	<i>Vice-Recteur. Uté Ngaoundéré</i>
5.	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
6.	EYEBE FOU DA Jean sire	Professeur	En poste
7.	FEWO Serge Ibraïd	Professeur	En poste
8.	HONA Jacques	Professeur	En poste
9.	NANA ENGO Serge Guy	Professeur	En poste
10.	NANA NBENDJO Blaise	Professeur	<i>Chef de Département/Uni. Bertoua</i>
11.	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	<i>Chef de Département</i>
12.	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	En poste
13.	SAIDOU	Professeur	<i>Chef de centre/IRGM/MINRESI</i>
14.	SIEWE SIEWE Martin	Professeur	En poste
15.	SIMO Elie	Professeur	En poste
16.	TABOD Charles TABOD	Professeur	<i>Doyen FS/Univ/Bda</i>

17.	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
18.	WOAFO Paul	Professeur	En poste
19.	ZEKENG Serge Sylvain	Professeur	En poste
20.	VONDOU Derbetini Appolinaire	Professeur	En poste

21.	ENYEGUE A NYAM épouse BELINGA	Maître de Conférences	<i>Cheffe de Div./ENSPY</i>
22.	FOUEJIO David	Maître de Conférences	<i>Chef Cell/MINADER</i>
23.	MBINACK Clément	Maître de Conférences	En poste
24.	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Maître de Conférences	En poste
25.	MELI'I Joelle Larissa	Maître de Conférences	En poste
26.	MVOGO ALAIN	Maître de Conférences	En poste
27.	NDOP Joseph	Maître de Conférences	En poste
28.	WAKATA née BEYA Annie Sylvie	Maître de Conférences	<i>Secrétaire Générale /UYII</i>
29.	WOULACHE Rosalie Laure	Maître de Conférences	<i>Absente de son poste</i>
30.	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
31.	AYISSI EYEBE Guy François Valérie	Chargé de Cours	En poste
32.	CHAMANI Roméo	Chargé de Cours	En poste
33.	DJIOTANG TCHOTCHOU Lucie Angennes	Chargée de Cours	En poste
34.	EDONGUE Hervais	Chargé de Cours	En poste
35.	KAMENI NEMATCHOUA Modeste	Chargé de Cours	En poste
36.	LAMARA Maurice	Chargé de Cours	En poste
37.	NGA ONGODO Dieudonné	Chargé de Cours	En poste
38.	OTTOU ABE Martin Thierry	Chargé de Cours	<i>Chef de Div./DIPD/UYI</i>
39.	SOUFFO TAGUEU Merimé	Chargé de Cours	En poste
40.	TCHAPET NJAFA Jean-Pierre	Chargé de Cours	<i>Chef Ser. Adj./FLASH/UYI</i>
41.	TEYOU NGOUPO Ariel	Chargé de Cours	En poste
42.	TOGUEU MOTCHEYO Alain Bertrand	Chargé de Cours	En poste
43.	WANDJI NYAMSI William	Chargé de Cours	En poste
44.	ETEME Armand Sylvain	Assistant	En poste
45.	NGO MOUELLAS épouse LOTHIN	Assistante	En poste
46.	TCHODIMOU Carole	Assistant	En poste
47.	SOUFFO TAGUEU Merimé	Assistant	En poste

11- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (34)

1.	BISSO Dieudonné	Professeur	<i>Chef de Département</i>
2.	EKOMANE Emile	Professeur	<i>Chef Div./Uté Ebolowa</i>
3.	GANNO Sylvestre	Professeur	En poste

4.	NDJIGUI Paul-Désiré	Professeur	<i>Vice-Doyen /DPSAA</i>
5.	NGUEUTCHOUA Gabriel	Professeur	<i>CEA/MINRESI</i>
6.	NGOS III Simon	Professeur	En poste
7.	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
8.	ONANA Vincent Laurent	Professeur	<i>Chef de Département/Uté. Eb.</i>
9.	YENE ATANGANA Joseph Q.	Professeur	<i>Chef Div. /MINTP</i>
10.	TCHOUANKOUE Jean Pierre	Professeur	En poste

11.	Elisé SABABA	Maitre de Conférences	En poste
12.	EYONG John TAKEM	Maître de Conférences	En poste
13.	FUH Calistus Gentry	Maître de Conférences	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT(ai)</i>
14.	MAMDEM TAMTO Lionelle Estelle, épouse BITOM	Maitre de Conférences	En poste
15.	MBIDA YEM	Maître de Conférences	En poste
16.	MBESSE Cécile Olive	Maitre de Conférences	En poste
17.	METANG Victor	Maître de Conférences	En poste
18.	NGO BIDJECK Louise Marie	Maître de Conférences	En poste
19.	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
20.	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Maître de Conférences	En poste
21.	TCHAKOUNTE Jacqueline épse NUMBEM	Maître de Conférences	<i>Chef. Cell /MINRESI</i>
22.	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Maître de Conférences	En poste
23.	TEMGA Jean Pierre	Maître de Conférences	En poste
24.	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>

25.	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	En poste
26.	KOAH NA LEBOGO Serge P.	Chargé de Cours	En poste
27.	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
28.	NGO'O ZE ARNAUD	Chargé de Cours	En poste
29.	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
30.	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	En poste
31.	TENE DJOUKAM Joëlle Flore, épouse KOUANKAP NONO	Chargée de Cours	En poste
32.	FEUMBA Roger	Chargé de Cours	En poste
33.	MBANGA NYOBE Jules	Chargé de Cours	En poste

Répartition chiffrée des Enseignants de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I

NOMBRE D'ENSEIGNANTS					
DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres de Conférences	Chargés de Cours	Assistants	Total
BCH	08 (01)	25 (15)	11 (05)	00 (00)	44 (21)
BPA	12 (02)	18 (06)	16 (06)	01 (01)	47 (15)
BPV	08 (02)	10 (03)	14 (06)	06 (03)	39 (14)
CI	06 (01)	14 (02)	05 (01)	03 (01)	28 (05)
CO	06 (01)	14 (05)	12 (03)	02 (00)	33 (09)
ER	01 (00)	/	/	/	01 (0)
IN	03 (00)	03 (00)	13 (01)	06 (00)	24 (01)
MAT	01 (00)	08 (00)	20 (01)	07 (01)	36 (02)
MIB	05 (03)	05 (01)	13 (06)	01 (01)	24 (11)
PHY	17 (01)	11 (04)	15 (01)	04 (02)	45 (08)
ST	10 (00)	14 (05)	09 (02)	00 (00)	33 (07)
Total	67 (11)	122 (41)	128 (32)	30 (09)	342 (88)

Soit un total de

360 (94) dont :

- Professeurs **67 (11)**
- Maîtres de Conférences **122 (41)**
- Chargés de Cours **128 (32)**
- Assistants **30 (09)**

() = Nombre de Femmes **94**

ENSEIGNANTS SOUS CONTRAT DE COLLABORATION

1.	BELL JOSEPH MARTIN	547019U	17/06/1957	Sakbayeme	M	10/11/1986	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
2.	DJOUFAC WOUNFO EMMANUEL	547069Z	09/01/1957	Ngaoundéré	M	04/05/1990	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
3.	FOMENA ABRAHAM	546778X	10/11/1958	Batcham	M	01/12/1986	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
4.	GHOGOMU TIH RAPH	547004-K	23/12/1956	BAMBALANG	M	13/10/1982	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
5.	KAMTCHOUING PIERRES	143299X	13/09/1955	Nkongsamba	M	01/10/1988	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
6.	NGADJUI TCHALEU BONAVENTURE	546959-G	15/09/1953	FONTSIGA	M	12/08/1982	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
7.	NGO BILONG ANASTASIE épse TIH	546164-I	27/12/1955	MBANGA	F	28/07/2000	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	MC
8.	NKENGFAK EPHRAIM AUGUSTIN	546948-F	17/06/1955	YAOUNDE	M	01/09/1983	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION	PR
9.	NDIKONTAR MAURICE KOR	169784G	09/05/1958	Mbaa	M	10/01/1991	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION-EN COURS DE SIGNATURE	PR
10.	NJIOKOU FLOBERT	547321H	11/06/1958	Nkongsamba	M	03/05/1993	RETRAITE - CONTRAT DE COLLABORATION-EN COURS DE SIGNATURE	PR
11.	BENG NEE NINTCHOM PENLAP VERONIQUE	546643B	07/01/1957	Melong I	F	02/10/1992	RETRAITE-CONTRAT DE COLLABORATION	PR
12.	FOKOU ELIE	546725J	08/06/1957	Fiéla-Bamendjinda	M	01/04/1988	RETRAITE-CONTRAT DE COLLABORATION EN COURS DE FINALISATION	PR

13.	TCHOUANKEU JEAN CLAUDE	547295-E	06/01/1959	Douala	M	01/12/1989	RETRAITE-CONTRAT DE COLLABORATION EN COURS DE FINALISATION	PR
14.	BOYOMO ONANA						CONTRATS TRAITES LORS DU CONSEIL D'UNIVERSITE DU 12 JUILLET 2024	MC
15.	WANDJI JEAN	162242M	09/06/1958	Bangou	M			UYI
16.	YOUMBI EMMANUEL	547332Z	12/02/1959	Bangou	M	Bangou		PR
17.	NGODO MELINGUI JEAN	500475X	05/09/1958	Endoum		20/10/2005		MC
18.	KOFANE TIMOLEON CREPIN							PR
19.	NGAMENI EMMANUEL	547277-C	24/04/1959	Mbanga	M			PR
20.	BITOM DIEUDONNE	547050X	23/11/1958	Ambam	M			PR

DEDICACE

A mon feu père, **ABDEL-AZIZ Adam**

A mes feus petits frères : **MAHAMAT HABIB Abdel-Aziz** et **ABDELLATIF Abdel-Aziz**

A ma mère, **MARIAM Djamaaddine.**

REMERCIEMENTS

Je voudrais avant tout remercier notre Seigneur **Allah Le Tout Puissant**, Le très Miséricordieux, qui m'a donné la santé, le courage, la force et la patience nécessaires afin d'accomplir ce modeste travail.

En premier lieu, Monsieur le **Professeur BILONG BILONG Charles Félix**, de regretté mémoire, vous avez accepté volontiers de diriger cette thèse. Vous avez, par la pertinence de vos critiques, vos conseils, votre expérience, votre rigueur scientifique et vos suggestions, contribué significativement à l'amélioration de la qualité de toutes les articulations de ce travail. Vous avez aussi bien voulu, malgré vos lourdes tâches administratives et pédagogiques, m'accueillir dans votre laboratoire. Vous n'avez pas hésité, même pendant les week-ends, à suivre ce travail. Je souhaite vivement continuer à bénéficier de ces critiques et de vos conseils. Veuillez donc accepter mes vifs remerciements et croire à mon profond respect.

Monsieur, le **Professeur Hamit Mahamat ALIO**, je vous présente ma profonde sympathie et mes remerciements les plus sincères, pour votre précieux encadrement. Vos remarques pertinentes, votre savoir-faire et votre dévouement m'ont permis d'atteindre le but de cette étude. Je n'oublierai jamais votre apport dans ma vie. Nos nombreuses discussions ont permis de faire évoluer ce projet dans la meilleure direction. Veuillez trouver dans ces lignes, l'expression de ma profonde gratitude. Puisse Dieu vous bénir richement.

Messieurs les **Professeurs NJIOKOU Flobert** et **MONY Ruth**, membres de mon comité de thèse, je tiens à vous exprimer mes plus sincères remerciements pour les orientations et conseils que vous m'avez procurés durant ce travail.

Messieurs les membres du jury, je vous suis reconnaissant pour avoir accepté de critiquer ce travail et d'apporter votre contribution scientifique pour son amélioration.

Mes chers enseignants, de l'école primaire jusqu'à l'université, je tiens à vous remercier tous car je vous dois toutes ces connaissances scientifiques.

Je suis infiniment reconnaissant à toutes les communautés éducatives des communes d'Abéché (école du centre d'Abougoudam et école du centre de Chokoyan), particulièrement aux élèves qui ont accepté sans contrainte de participer à ce travail de recherche ; sans votre consentement, ce travail n'aurait pas été réalisé.

Aux membres du Laboratoire de Parasitologie et Écologie de l'Université de Yaoundé I ainsi qu'à ceux du Laboratoire de Parasitologie de la Faculté des Sciences de la Santé Humaine de

l'Université de N'Djaména, j'adresse un merci particulier pour toute l'aide que vous m'avez apportée. Je pense aux Drs OYONO Martin Gaël, BASSOCK BAYIHA Etienne Didier, LAWANE Abakar Idriss, et à mes collègues ADAM Issa Ramat et KOUMNA Abega.

J'adresse très affectueusement mes sincères remerciements à ma chère épouse HABIBA Mouhayadine et à mes enfants (MOUTIOULLAH, ABDEL-AZIZ, AHLAM et ABDELMOUNIM), vous qui avez été et qui resterez ma principale source d'inspiration et de motivation. Vous avez consenti à beaucoup de privations afin de me permettre de mener cette recherche à son terme.

Messieurs les Professeurs YAYA Dagal, Allassem Désiré et MAHAMAT Taha, respectivement Directeur Général, Directeur Général Adjoint et Secrétaire Général de l'Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché (INSTA), je vous dis merci pour l'intérêt que vous avez porté à la réalisation de ce projet de thèse de Doctorat /PhD.

Chers collègues de l'Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché, particulièrement à ceux du Département des Sciences Biomédicales et Pharmaceutiques, je vous exprime toute ma reconnaissance pour votre encouragement constant. A mon regretté ami Dr AOUDALKARIM Moussa Chahad, toi qui as quitté brutalement ce monde au moment où tu es entré dans la vie active d'enseignant- chercheur de l'INSTA, j'exhorte Allah que ton âme repose en paix.

Je ne saurais terminer mes remerciements sans penser à :

- mes sœurs Hadjé FATIME ZARA, ZENABA et mes frères MAHAMAT AMINE, ABDELMOUNIM, à vous tous je dis : « soyez bénis et remerciés pour votre présence constante et affectueuse à mes côtés pendant les périodes de joie et de douleur ;

- mes nièces particulièrement à OUMSALAMA Abdoulaye, MARIAM Adam, ZAHARA Adam, TAKHIYA Abdoulaye, MICHKAT Mahamat Habib et neveux Alhadj HISSEIN Abdoulaye, MAHAMAT ALHAFIS Abdoulaye, MAHAMAT Abdoulaye, ABDEL-AZIZ Adam. Je vous exprime toute ma reconnaissance pour vos encouragements tout le long de la réalisation de ce travail.

Sans les techniciens qui m'ont aidé, ce travail n'aurait pas été possible. Il s'agit de Messieurs Djido Bakour, Oumar Saleh Sofoye, Abderrahmane, Haroun Abdoulaye et de tous les étudiants des promotions 2021 et 2022 qui m'ont apporté leur aide pratique.

Je me remets à la compréhension de tous ceux que j'aurais omis de remercier ici, mais qui ont consenti d'énormes sacrifices pour moi durant toutes ces années de recherche ; qu'ils acceptent mes excuses les plus sincères. Je reste redevable pour tous.

SOMMAIRE

DEDICACE.....	xiii
REMERCIEMENTS	xiv
SOMMAIRE	xvi
LISTE DES FIGURES	xviii
LISTE DES TABLEAUX	xix
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES	xx
ANNEXE.....	xxi
RESUME.....	xxii
ABSTRACT	xxiv
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LITTERATURE.....	6
I.1. Généralités sur les helminthiases	7
I.1.1. Définition des helminthes	7
I.1.2. Classification des helminthes parasites de l’homme	7
I.1.3. Description des embranchements	7
I.2. Polyparasitisme	21
I.2.1. Causes du polyparasitisme	21
I.2.2. Conséquences des poly-infections	24
I.2.3. Méthode d’étude du polyparasitisme	25
CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE, MATERIEL ET METHODES	27
II.1. Cadre géographique et sites d’étude	28
II.2. Matériel et Méthodes	35
II.2.1. Population et période d’étude	35
II.2.2. Critères d’inclusion et d’exclusion,	36
II.2.3. Considérations éthiques	36
II.2.4. Echantillonnage.....	37
II.2.5 . Examens parasitologiques des selles et des urines.....	38
II.2.6. Détermination des niveaux d’infestation helminthique	40
II.2.7. Terminologie.....	41
II.2.8. Analyses statistiques	41
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	44
III.1. Résultats.....	45

III.1.1. Structure de la population étudiée et diversité biologique des parasites diagnostiqués dans la population d'étude	45
III.1.2. Fréquences des différents types d'infra populations et d'infracommunautés retrouvés dans la population d'étude.....	48
III.1.3. Caractérisation des associations parasitaires à l'aide des indices écologiques	49
III.1.4. Facteurs associés au monoparasitisme.....	50
III.1.5. Analyse épidémiologique du parasitisme des apprenants dans la province de Ouaddaï.....	51
III.1.6. Taux d'infestation globaux	51
III.1.7. Taux d'infestation parasitaires par localité.....	52
III.1.8. Taux d'infestation parasitaires par genre.....	54
III.1.9. Taux d'infestations des élèves par tranche d'âges dans la province de Ouaddaï ...	55
III.1.10. Taux d'infestations parasitaires par zone (milieu de vie) et par école.....	56
III.1.11. Taux d'infestations parasitaires par école.....	58
III.1.12. Taux d'infestations en fonction des variables sociodémographiques.....	59
III.1.13. Estimation du degré d'infestation parasitaire	62
III.1.14. Relation entre le niveau de la microhématurie et l'infestation à <i>S. haematobium</i>	65
III.2. Discussion.....	67
III.2.1. Taux d'infestation globale des helminthiases et des schistosomiasés	68
III.2.2. Infestation par des géohelminthes.....	74
III.2.3. Facteurs de risque environnementaux liés à la transmission des parasitoses et données sur les participants	76
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	81
Conclusion.....	83
Recommandations.....	84
Perspectives.....	85
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	85
ANNEXES.....	110
PUBLICATION ISSUE DE LA THESE.....	120

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : classification des helminthes	7
Figure 2 : cycle biologique de <i>Ascaris lumbricoides</i>	10
Figure 3 : courbe de Lavier ou courbe en "coup d'archer"	11
Figure 4 : cycle de développement de <i>Ancylostoma</i> spp.	14
Figure 5 : cycle biologique de <i>S. haematobium</i> et <i>S. mansoni</i>	18
Figure 6 : carte administrative du Tchad.	31
Figure 7 : zones écologiques du Tchad	31
Figure 8 : carte administrative de la province du Ouaddaï.	32
Figure 9 : quelques sites de prélèvement des échantillons.....	33
Figure 10 : dépotoirs des ordures ménagères à Abéché.....	34
Figure 11 : moyens de stockage d'eau dans la ville d'Abéché	38
Figure 12 : laboratoire de Chimie et Microbiologie de l'Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché.....	38
Figure 13 : étapes de la réalisation de la technique de kato-katz.....	52
Figure 14 : prévalences globales des espèces d'helminthes infestant les élèves de la province de Ouaddaï 2020-2022.....	52
Figure 15 : prévalences de la schistosomiase urinaire et intestinale dans les localités de la province Ouaddaï 2020-2022.....	53
Figure 16 : taux d'infestations par <i>S. haematobium</i> et <i>S. mansoni</i> en fonction du genre dans la province du Ouaddaï.....	54
Figure 17 : taux d'infestations des élèves par <i>Schistosoma haematobium</i> et <i>Schistosoma</i> <i>mansoni</i> et par tranche d'âges dans la province de Ouaddaï	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : caractéristiques géographiques et climatiques des localités d'étude.....	32
Tableau II : établissements scolaires prospectés dans la province du Ouaddaï et dates de prélèvement des échantillons biologiques.....	36
Tableau III : classes d'intensité du parasitisme par des géohelminthes et des schistosomes	41
Tableau IV : structure de l'échantillon d'élèves en fonction des localités, des genres et des tranches d'âges.....	46
Tableau V : répartition des élèves en fonction des zones (milieux de vie) et des écoles.....	47
Tableau VI : liste des espèces parasites retrouvées au sein de la population d'étude	47
Tableau VII : Fréquences des différentes infrapopulation et infracommunautés observées au sein de la population d'étude	49
Tableau VIII : niveau d'association binaire entre les schistosomes et les autres espèces parasites retrouvées au cours de cette étude.....	51
Tableau IX : résultat de l'analyse de régression logistique des cas du monoparasitisme et selon les différentes variables étudiées	53
Tableau X : prévalences des géohelminthes dans les trois localités de l'étude de la province de Ouaddaï	54
Tableau XI : taux d'infestations des géohelminthes par genre dans la province de Ouaddaï	55
Tableau XII : prévalence des géohelminthes par tranche d'âges dans la province de Ouaddaï.....	57
Tableau XIII : prévalences de <i>Schistosoma haematobium</i> et <i>Schistosoma mansoni</i> par zone et par école	57
Tableau XIV : prévalence des géohelminthes par zone et par école	57
Tableau XV : prévalences des géohelminthes par école dans la province de Ouaddaï	59
Tableau XVI : analyse des facteurs de risque liés à la schistosomiase urinaire	60
Tableau XVII : analyse des facteurs de risque liés à la schistosomiase intestinale.....	61
Tableau XVIII : taux d'infestation par <i>Ascaris lumbricoides</i> en tenant compte du niveau d'hygiène générale des participants.....	62
Tableau XIX : taux d'infestation par <i>Ancylostoma</i> spp. en tenant compte du niveau d'hygiène générale des participants	62
Tableau XX : charges ovulaires parasitaires en fonction des localités	64
Tableau XXI : charges ovulaires parasitaires en fonction des tranches d'âges	64
Tableau XXII : charges ovulaires parasitaires par genre.....	65
Tableau XXIII : charges ovulaires parasitaires en fonction des écoles.....	66
Tableau XXIV : relation entre le niveau de la microhématurie et l'infestation à <i>S. haematobium</i>	66

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ANOFEL : Association Française des Enseignants et Praticiens hospitaliers titulaires de
Parasitologie et de Mycologie Médicales

CNAR : Centre National d'Appui à la Recherche Scientifique

IDH : Indice de Développement humain

INSEED/RGPH2 : Institut National de la Statistique des Etudes Economiques et
Démographiques/ Recensement Général de la Population et de l'Habitat

HES : Hyperéosinophilie

INSTA : Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché

MGO : Moyenne Géométrique des Œufs

MINFOPTE : Ministère de la Fonction Publique, du Travail et de l'Emploi

MSPSN : Ministère de la Santé Publique et de la Solidarité Nationale

MTN : Maladies Tropicales Négligées

NbHES : Nombre des éosinophiles

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPG : Œufs par Gramme de Selles

SIDA : Syndrome d'Immuno-Déficienc e Acquis e

SPSS : Statistical Package for Social Sciences

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

UNICEF : Fond des Nations Unies pour l'Enfance

VIH : Virus de l'Immunodéficienc e Humaine

WHO : World Health Organisation

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête.....	111
Annexe 2 : Fiche de Consentement éclairé	115
Annexe 3 : Clairance éthique.....	116
Annexe 4 : Autorisations.....	117
Annexe 5 : Publication.....	118
Annexe6 : Publication.....	119
Annexe 7 : Publication.....	120

RESUME

Dans les pays en voie de développement, un enfant commence à être infecté dès son sevrage et continue à l'être toute sa vie. De nos jours en Afrique, les helminthiases suscitent de moins en moins d'intérêt à cause du détournement justifié des ressources disponibles vers des priorités plus récentes tels que le VIH/SIDA, la grippe aviaire, le paludisme, la tuberculose; pourtant ces affections ne doivent être ni négligées ni rangées au second plan, compte tenu des problèmes de santé publique qu'elles posent à tous les pays en développement. Au Tchad, très peu de recherches ont été menées sur les parasitoses intestinales et les schistosomiasis. La présente étude vise à évaluer l'épidémiologie de la schistosomiase et des géohelminthiases chez les enfants de 5 à 15 ans dans la province de Ouaddaï de la zone sahélienne au Tchad. Au total, 13 établissements scolaires (6 en milieu urbain et 7 en milieu périurbain) ont été sélectionnés de manière aléatoire d'où 1341 élèves ont été recrutés. Leurs échantillons de selles ont été examinés par la méthode quantitative de kato-katz, tandis que ceux des urines ont subi deux analyses, à savoir : le test à la bandelette réactive et la centrifugation. Au sein de cette population d'étude, quatre espèces de parasites ont été identifiées, à savoir : *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma mansoni*, *Ascaris lumbricoides* et *Ancylostoma* spp. Au total 343 (25,58 %) participants étaient infestés par au moins une espèce de parasite. Les prévalences de *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma mansoni*, *Ascaris lumbricoides*, et *Ancylostoma* spp. étaient respectivement de 28,61%, 6,38%, 9,00% et 1,45%. Mis à part *Schistosoma mansoni* et *Ascaris lumbricoides* pour lesquels les filles étaient significativement plus souvent infestées que les garçons. Les élèves de la tranche des 11 à 15 ans étaient plus souvent infestés par *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* comparés à ceux de la tranche des 5 à 10 ans. Le taux d'infestation des élèves a varié selon la source d'approvisionnement en eau de boisson/cuisson des aliments, étant nul chez ceux qui n'utilisent que l'eau du réseau d'adduction d'eau et culminant à 30,95% chez ceux qui n'ont l'accès qu'aux puits. La majorité des ménages de la zone d'étude (54,2%) utilisent le canari et les jarres comme modes de stockage de l'eau, et c'est dans cette dernière catégorie de ménages que les enfants ont hébergé le plus souvent des vers intestinaux, soit 14,44%. Aussi 2,22% des élèves arborant des chaussures ouvertes ont été infestés par les ankylostomes et aucun des enfants portant des chaussures fermées. Les élèves déclarant prendre des baignades au marigot (30,15%) ont évacué de façon attendue des œufs de *Schistosoma haematobium* dans leurs urines, tout comme ceux pratiquant les lessives et les vaisselles (34,92%) ou vivant au voisinage des cours d'eau (8,03%). Curieusement aucune différence statistique de taux d'infestation par *Schistosoma*

mansoni n'a été notée entre les élèves se baignant dans les mariogots et ceux ne le faisant pas, ceux y faisant la lessive, et vaisselle et ceux ne le faisant pas. Le polyparasitisme par deux espèces parasites a été mis en évidence chez 0,30% de tous les élèves examinés contre 25,28% de cas de monoparasitisme; l'analyse de régression logistique a révélé que les écoliers de la tranche d'âges de 5 à 10 ans, ceux habitant le milieu périurbain, et les enfants de la localité d'Abéché, comparés à ceux d'Abougoudam pris comme références, couraient significativement plus le risque d'être infestés par une espèce de parasites, alors que ceux de Chokoyan étaient deux fois moins prédisposés à être infestés par une espèce d'helminthe que ceux d'Abougoudam. L'analyse des associations interspécifiques binaires par les indices écologiques a montré que toutes étaient très faibles, les charges ovulaires moyennes des différentes espèces de parasites intestinaux dans les trois localités ont été légères. Par ailleurs, la microhématurie a été observée chez 40,08% des non émetteurs d'œufs de *Schistosoma haematobium* et chez 97,89% des émetteurs des œufs. Vue la prévalence globale de 25,58%, il est nécessaire de procéder au déparasitage systématique de masse au moins une fois tous les trois mois. De plus ce résultat devrait servir pour l'élaboration et la mise en place d'un programme de lutte contre les helminthiases intestinales et les schistosomiasis au Tchad.

Mots clés : Schistosomiasis - géohelminthiases - Enfants – Taux d'infestation - Abéché - Ouaddai -Tchad- Facteurs de risque.

ABSTRACT

In developing countries, a child begins to be infected as soon as weaned and continues to be infected throughout his life. In Africa nowadays, helminthiasis arouses less and less interest due to the justified diversion of available resources towards more recent priorities such as HIV/AIDS, avian influenza, malaria, tuberculosis. However, these affections should neither be neglected nor put on the back burner, given the public health risks they bring to all developing nations.

In Chad, very little research has been carried out on intestinal parasitosis and schistosomiasis. The present study aimed to evaluate the epidemiology of schistosomiasis and geohelminthiasis in schoolchildren aged 5 to 15 in the Ouaddai province of Chad in the Sahel Zon. Thirteen schools (6 urban and 7 peri-urban) were randomly selected from which 1,341 pupils were recruited.

Their stool samples were examined by the quantitative kato-katz method, while urine samples were analyzed by dipstick testing and centrifugation. The result showed that four parasite species were in the samples studied: *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma mansoni*, *Ascaris lumbricoides* and *Ancylostoma spp.* The 343 (25.58%) participants were infested with at least one parasite species. The prevalences of *Schistosoma haematobium*, *S. mansoni*, *A. lumbricoides*, and *Ancylostoma spp.* were 28.61%, 6.38%, 9.00% and 1.45% respectively. Apart from *Schistosoma mansoni* and *Ascaris lumbricoides*, for which girls were significantly more often infested than boys, no other significant differences in infestation rates were found between genders for the other two parasites. Students in the 11-15 age group were more often infested with *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma mansoni* than those in the 5-10 age group. The infestation rate among schoolchildren varied according to the source of drinking/cooking water, being nil among those using only tap water and peaking at 30.95% among those with access only to wells.

The majority of households in the study area (54.2%) use canaries and jars for water storage, and it was in the latter category of households that children most often harbored intestinal worms (14.44%). Also 2.22% of pupils wearing open shoes were infested with hookworms, and none of those wearing closed shoes (0.0%). Pupils who reported bathing in marshes (30.15) were more likely to discharge *S. haematobium* eggs in their urine, as were those washing clothes and dishes (34.92%) and those living near streams (8.03%). Curiously, there was no statistical difference in the rate of *Schistosoma mansoni* infestation between students

who bathed in mariogots and those who did not, and between students who washed in mariogots and those who did not.

Polyparasitism by two parasite species was found in 0.30% of all schoolchildren examined, against 25.28% with monoparasitism. Logistic regression analysis revealed that schoolchildren in the 5 to 10 age group living in the peri-urban environment, and children in Abeche compared with those in Abougoudam were significantly more likely to be infested by a parasite species, while those in Chokoyan were half as likely to be infested by a helminth species as those in Abougoudam. Analysis of binary interspecific associations by ecological indices showed that all were very weak. The mean ovule loads of the different intestinal parasite species in the three localities were very light. In addition, microhematuria was observed in 40.08% of *S. haematobium* non-eggers and 97.89% of eggers. Given the overall prevalence of 25.58%, systematic mass deworming should be carried out at least once every three months. In addition, this result should be used to develop and implement a program to control intestinal helminthiasis and schistosomiasis in Chad.

Key words: Schistosomiasis - geohelminthiasis - Children - infestation rate - Abeche - Ouaddai - Tchad - Risk factors.

INTRODUCTION

La bilharziose et les géohelminthiases touchent deux milliards de personnes dans le monde, parmi lesquelles 300 millions sont gravement atteintes en particulier dans les tranches les plus pauvres des populations (Crompton, 2003 ; Organisation Mondiale de la Santé/OMS, 2004a). Ces affections parasitaires sont liées à l'environnement et à la bio-écologie des hôtes intermédiaires vivant dans le milieu aquatique, la mauvaise gestion du péril fécal du fait du manque d'un système adéquat d'assainissement et l'indisponibilité de l'eau potable contraignant les populations à l'utilisation d'une eau de mauvaise qualité (Montresor *et al.*, 2004). Parmi les affections parasitaires humaines, les schistosomiasés (les formes uro-génitale et intestinale), en raison des morbidités qu'elles engendrent, constituent un handicap au développement social et économique des pays en voie de développement. Les schistosomiasés sont placées au second rang des maladies parasitaires humaines du fait de leur ampleur en termes de morbidité et de mortalité après le paludisme (OMS, 2013). Les schistosomiasés sont endémiques dans 76 pays dont la plupart sont situés en Afrique. Ainsi, la schistosomiase urinaire, causée par *Schistosoma haematobium* Bilharz, 1852, touche 54 pays d'Afrique et du bassin oriental de la Méditerranée (OMS, 1993). Le nombre de décès imputables à la bilharziose est difficile à estimer en raison des pathologies cachées, telles que les insuffisances hépatiques et rénales et les cancers de la vessie qu'on ne lui attribue pas toujours ; néanmoins, les statistiques récentes ont déclaré qu'à l'échelle mondiale, la schistosomiase est responsable de 800000 décès dus surtout par sa forme chronique et ses complications (OMS, 2015a). Cette maladie freine le développement de plusieurs pays puisqu'elle touche les hommes et les femmes pendant leurs années les plus productives, et surtout les enfants en âge scolaire (OMS, 2006a). L'habitude des jeux dans des eaux infestées, la baignade ou la pêche, la défécation à l'air libre ou dans des eaux douces ainsi que la méconnaissance du cycle de transmission des agents pathogènes sont les principaux facteurs de risque de cette infection (OMS, 2015b). En 2013, l'OMS a indiqué que la schistosomiase a été responsable de 280000 décès par an en Afrique, qui étaient toujours liés aux complications telles que l'hémorragie digestive, le syndrome oedémato-ascitique, l'hypersplénisme avec pancytopenie. La distribution de cette maladie dépend des différents foyers des hôtes intermédiaires et de l'environnement physique (Doumenge *et al.*, 1987). Il existe chez l'homme trois groupes de schistosomes :

- groupe mansoni avec *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) comme agent de la bilharziose intestinale ;
- groupe haematobium avec *Schistosoma haematobium* (Bilharz, 1852) comme agent de la bilharziose urinaire, *Schistosoma intercalatum* (Fisher, 1934) et *Schistosoma guineensis* Pagès, Jourdane, Southgate & Tchuem Tchuente, 2003 récemment individualisé comme agents de la bilharziose rectale ;

- groupe japonicum avec *Schistosoma japonicum* (Katsurada, 1904) et *Schistosoma mekongi* (Bruckner & Bruc, 1959) comme agents de la bilharziose artério-veineuse (Aubry & Bernard-Alex, 2022). La bilharziose est une endémie parasitaire majeure (Touré *et al.*, 2000 ; Fall *et al.*, 2008).

Les géohelminthiases sont des infections parasitaires rangées, comme les schistosomiasis, dans le groupe des Maladies Tropicales Négligées (MTN) qui touchent près d'un milliard et demi de personnes (Hotez, 2006 ; Pullan *et al.*, 2014). Quatre espèces de parasites sont responsables de ces infections chez l'homme : *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus, 1758), *Ancylostoma duodenale* (Dubini, 1843), *Necator americanus* (Stiles, 1902) et *Trichuris trichiura* (Linnaeus, 1771). Les populations les plus à risque des géohelminthiases sont les enfants d'âge scolaire et pré-scolaire et les femmes enceintes (Larocque *et al.*, 2005). Les signes cliniques de ces géohelminthiases, plus souvent présents en cas d'infections chroniques, sont essentiellement représentés par un risque accru de malnutrition (Stephenson *et al.*, 2000).

Les maladies parasitaires sont régies par des facteurs biologiques, environnementaux, socio-économiques, et les systèmes de santé. Les conditions locales, y compris l'accès aux soins de santé de base, la qualité des infrastructures domestiques, les facteurs économiques tels que le revenu disponible, l'emploi, la profession, et les facteurs sociaux tels que l'éducation, influent sur le risque d'infestation, la transmission des maladies, la morbidité et la mortalité associées (Coulibaly *et al.*, 2012). En Afrique sub-saharienne en général et au Tchad en particulier, les conditions environnementales, climatiques, et la pauvreté ambiante, sont favorables au développement et à la persistance de plusieurs taxa parasites. Dans ces pays, les enfants en âge scolaire représentent la tranche de la population la plus vulnérable aux infestations parasitaires telles que la schistosomiasis, les géohelminthiases et d'autres maladies tropicales parasitaires, à cause du non-respect des règles d'hygiène élémentaires et de la prédisposition immunologique à plusieurs parasitoses ; en outre, les helminthiases sont responsables d'une immunomodulation qui rend l'enfant vulnérable à d'autres infections parasitaires (Hamit *et al.*, 2013).

Par la création de retenues d'eau (aménagements hydrauliques et hydro-électriques) au service du développement, l'homme crée concomitamment des perturbations écologiques qui peuvent déboucher sur la prolifération d'espèces biologiques initialement rares, parmi lesquelles on peut citer des vecteurs de maladies, au rang desquels comptent les mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes (Gioda, 1992 ; Poda & Sawadogo, 1994 ; Poda *et al.*, 2003). Cette situation a depuis longtemps été favorisée par les vastes programmes d'hydrauliques qui, en Afrique, ont été effectués pour des besoins agricoles et/ou énergétiques. Un tel écosystème complexe offre la possibilité de production pour la survie mais peut aussi

être source de propagation des agents étiologiques (Doumenge, 1992). En effet, l'augmentation des taux d'infection parasitaire en Afrique subsaharienne, suite à des modifications de l'environnement, a été plusieurs fois rapportée (Doumenge, 1992). Ces hydro-aménagements, créent des conditions environnementales favorables pour toutes les composantes du complexe pathogène /hôtes /parasites, constituant des foyers où la transmission est très active (Stelma *et al.*, 1993 ; N'Goran *et al.*, 1997, De Clercq *et al.*, 2000).

Au Tchad, les recherches sur les schistosomiasés et géohelminthiases restent maigres et ne couvrent pas toutes les régions du pays ; de plus, aucun programme n'est encore mis en place pour surveiller la schistosomiase et moins encore les géohelminthiases.

La première enquête nationale couvrant les parasitoses suscitées a été menée en l'an 2000 (OMS, 2003). Par la suite, quelques travaux ont été réalisés. Selon Kostoingue *et al.* (2002), 57, 7 % des enfants ont présenté une parasitose intestinale dans la ville de N'Djamena où Brooker *et al.* (2002) ont essayé l'utilisation de la télédétection comme système d'information géographique dans la mise en place d'un projet de Programme National de Lutte contre les Helminthes au Tchad. D'autres études à l'instar de celle de Hamit *et al.* (2008) ont montré qu'une forte proportion de la population de la ville de N'Djamena, soit 51%, était atteinte par au moins une espèce de parasite intestinal, alors que pour Béchir *et al.* (2011) 60% d'enfants nomades du Tchad étaient porteurs d'au moins une espèce de parasite intestinal. Dans la province de Ouaddaï, la consultation des registres des centres de santé indique que des cas de bilharzioses ont déjà été diagnostiqués. Aucune étude portant sur la transmission des schistosomiasés n'a jusque-là été effectuée dans cette province, d'où l'intérêt de notre étude.

Questions de recherches :

- Existe-t-il des *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* dans la province de Ouaddaï ?
- Existe-t-il des parasites géohelminthes dans la province de Ouaddaï ?
- les facteurs de risque sont-ils liés aux parasitoses ?

Hypothèses :

- *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* existent dans la province de Ouaddaï.
- les parasites géohelminthes sévissent dans la province de Ouaddaï.
- il existe des facteurs de risque liés à ces parasitoses.

La présente étude a été entreprise avec pour objectif principal d'étudier l'épidémiologie de la schistosomiase et des géohelminthiases chez les enfants de 5 à 10 ans dans la province de

Ouaddaï de la zone sahélienne au Tchad. Ce travail de recherche définit trois objectifs spécifiques :

- la détermination de la prévalence de la schistosomiase à *Schistosoma heamatobium* et à *Schistosoma mansoni* dans les populations hôtes des différentes localités d'étude ;
- l'estimation de la prévalence des géohelminthiases dans les populations hôtes des différentes localités d'étude ;
- la détermination des principaux facteurs de risque liés à la transmission de ces parasites.

Outre cette introduction, la conclusion, les recommandations, et perspectives, les références bibliographiques, cette thèse est subdivisée en trois chapitres. Le chapitre I est une revue de littérature sur les helminthiases ; le chapitre II présente le cadre géographique, les matériels et méthodes de notre étude ; le chapitre III rend compte des résultats de notre étude et des discussions afférentes.

CHAPITRE I :
REVUE DE LA LITTERATURE

I.1 Généralités sur les helminthiases

I.1.1 Définition des helminthes

Les helminthes forment un super embranchement de vers libres ou parasites des animaux et des plantes. Chez l'homme, ils sont tous endoparasites et appartiennent au sous-règne animal des métazoaires (êtres pluricellulaires possédant des tissus différenciés). Ce sont des métazoaires triploblastiques, dépourvus de cœlome véritable et de pattes. Ils ont une symétrie bilatérale et sont dotés d'un squelette hydrostatique. Ces parasites, qui déterminent des maladies dites helminthiases, ont une importance de premier plan dans les pathologies humaines. Les helminthes représentent environ 20% de l'ensemble des agents pathogènes (Cleaveland *et al.*, 2001). Chez l'homme, 51,7% des taxons parasites connus de ce groupe zoologique infestent le tractus intestinal (Crompton, 1999).

I.1.2 Classification des helminthes parasites de l'homme

Les helminthes parasites de l'homme se répartissent, comme le montre la figure 1, en deux Embranchements : les Némathelminthes (Classe des Nématodes) et les Plathelminthes (Classes des Trématodes et des Cestodes).

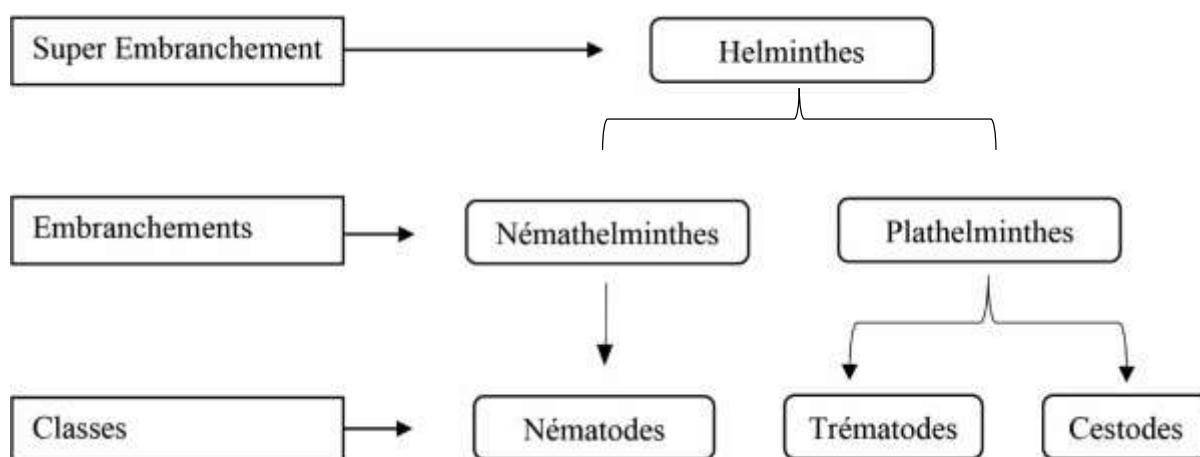


Figure 1: Classification des helminthes (Yen-Giang, 2007).

I.1.3 Description des embranchements

I.1.3.1 Embranchement des Némathelminthes

Selon Basdevant (2001), les Némathelminthes sont des vers ronds à corps non segmenté, possédant : un tube digestif simple, rectiligne, avec une bouche souvent armée des crochets, un pharynx, un œsophage, un intestin, un anus ventral sans glandes digestives, et un système nerveux. L'individu mâle est reconnaissable grâce à son organe copulateur situé à son extrémité postérieure. La respiration des Némathelminthes est cutanée car ils sont dépourvus de système respiratoire à proprement parler. Leur paroi externe est faite d'une cuticule très

résistante aux sécrétions enzymatiques de leurs hôtes (pour les formes parasites) et dont la rigidité nécessite des mues successives au cours de sa croissance. Cet Embranchement ne comporte qu'une Classe de parasites de l'homme, celle des Nématodes.

Les vers adultes parasites de l'homme vivent souvent fixés à la muqueuse intestinale ; ils sont généralement sexués. Dans les selles de l'hôte, selon les espèces mises en cause, les Nématodes sont observables à différents stades de développement : œuf immature, œuf embryonné (l'embryon étant parfois déjà transformé en larve), et les adultes. La Classe des Nématodes comprend de nombreuses espèces pathogènes telles que : *Ascaris lumbricoides* (Linnaeus, 1758), *Enterobius vermicularis* (Linnaeus, 1758), *Trichuris trichiura* (Linnaeus, 1771), *Strongyloides stercoralis* (Bavay, 1876), *Trichinella spiralis* (Owen, 1835), et les espèces du genre *Ancylostoma* (Dubini, 1843).

1.1.3.1.1 Description de quelques nématodoses rencontrées lors de notre étude

1.1.3.1.1.1 Ascariadiase

- **Définition**

L'ascaridiase est une helminthiase due à la présence, dans l'intestin grêle de l'homme, des adultes de *Ascaris lumbricoides* (O'Lorcain & Holland, 2000); l'ascaridiase est cosmopolite et atteint le quart de la population mondiale, ce qui la classe au troisième rang des parasitoses humaines avec plus ou moins 100 000 morts par an en zone tropicale. Plus de 70 à 80% de la population mondiale est touchée par cette parasitose (Dabo *et al.*, 1995; Bethony *et al.*, 2006). Les enfants atteints d'une infestation de forte intensité due à *A. lumbricoides* présentent un risque élevé d'occlusion intestinale (De Silva *et al.*, 2003 ; Bethony *et al.*, 2006). Cette obstruction siège surtout au niveau de l'iléon terminal, plus rarement de la valvule iléocæcale. En cas d'ascaridiase, l'occlusion est la principale cause de la mortalité estimée entre 0,003 et 0,006% (Messou *et al.*, 1997 ; De Silva *et al.*, 1997). L'un des risques de l'ascaridiase est la dénutrition avec, comme conséquences, une baisse de la résistance à d'autres infections, un retard de croissance chez les enfants, une accélération du transit intestinal, et finalement une augmentation de la mortalité infantile (Nozais, 1998 ; OMS, 2002a). En Inde, en Indonésie, au Kenya, au Myanmar et en République-Unie de Tanzanie, il a également été démontré à maintes reprises que l'état nutritionnel (croissance pondérale et staturale, augmentation de l'épaisseur du pli cutané) s'améliorait après un traitement anthelminthique; ce traitement a probablement un impact favorable sur la digestion des graisses, l'absorption des vitamines et la tolérance au lactose (Hotez *et al.*, 2004; OMS, 2004b; Payne *et al.*, 2007). C'est pourquoi l'ascaridiase est plus grave dans les pays en voie de développement et participe largement, dans les régions tropicales où sévit l'insuffisance alimentaire chronique, aux

conséquences du déficit en vitamine A, à la malnutrition protéino-calorique infantile, aboutissant éventuellement au kwashiorkor (OMS, 2008).

- **Cycle évolutif du parasite**

Ascaris lumbricoides a un cycle évolutif direct long à un seul hôte. Les femelles fécondées pondent des œufs qui sont éliminés dans le milieu extérieur avec les fèces. Dans ce milieu extérieur, ces œufs s'embryonnent dans des conditions de température élevée (28 à 32°C) et de forte humidité (figure 2). L'œuf ingéré avec de l'eau ou des aliments souillés libère une larve qui traverse la paroi intestinale, gagne le foie par la veine porte, puis le cœur droit, l'artère et les capillaires pulmonaires en 3 à 4 jours. Au bout d'une semaine, cette larve franchit la paroi alvéolo-capillaire, passe dans l'arbre trachéo-bronchique, est déglutie, arrive au niveau du jéjunum, et s'y transforme en un vers adulte. Six à huit semaines plus tard, les femelles après copulation avec les mâles commencent à pondre. Une femelle d'ascaris peut pondre en moyenne 200 mille œufs par jour ; un ascaris adulte peut vivre jusqu'à 2 ans. Ce cycle dure 60 à 90 jours (Holland, 2013).

- **Données statistiques**

La prévalence de l'ascaridiose est très variable selon les régions. Si l'ascaridiose tend à disparaître des régions tempérées, où elle fut d'ailleurs habituellement bénigne, elle continue à sévir à des taux importants dans les pays chauds du tiers-monde, où elle pèse lourdement sur la mortalité infantile. Parmi les 1 450 millions de personnes infectées par *Ascaris lumbricoides*, 350 millions seraient gravement atteintes de cette vermine cosmopolite qui occasionne 60.000 décès annuels ; il s'agit essentiellement d'une maladie de l'enfant ou de l'adulte jeune car sa fréquence baisse avec l'âge (OMS, 2012).

- **Diagnostic**

Le diagnostic en phase d'invasion est présomptif, basé sur l'hyperéosinophilie et l'immunologie dont l'intérêt est limité par des réactions croisées avec d'autres parasitoses. La technique la plus spécifique est l'immunofluorescence indirecte. L'ascaridiose est fréquemment asymptomatique ; lorsqu'elle est symptomatique, elle se déroule en 2 phases (Hall & Holland, 2000).

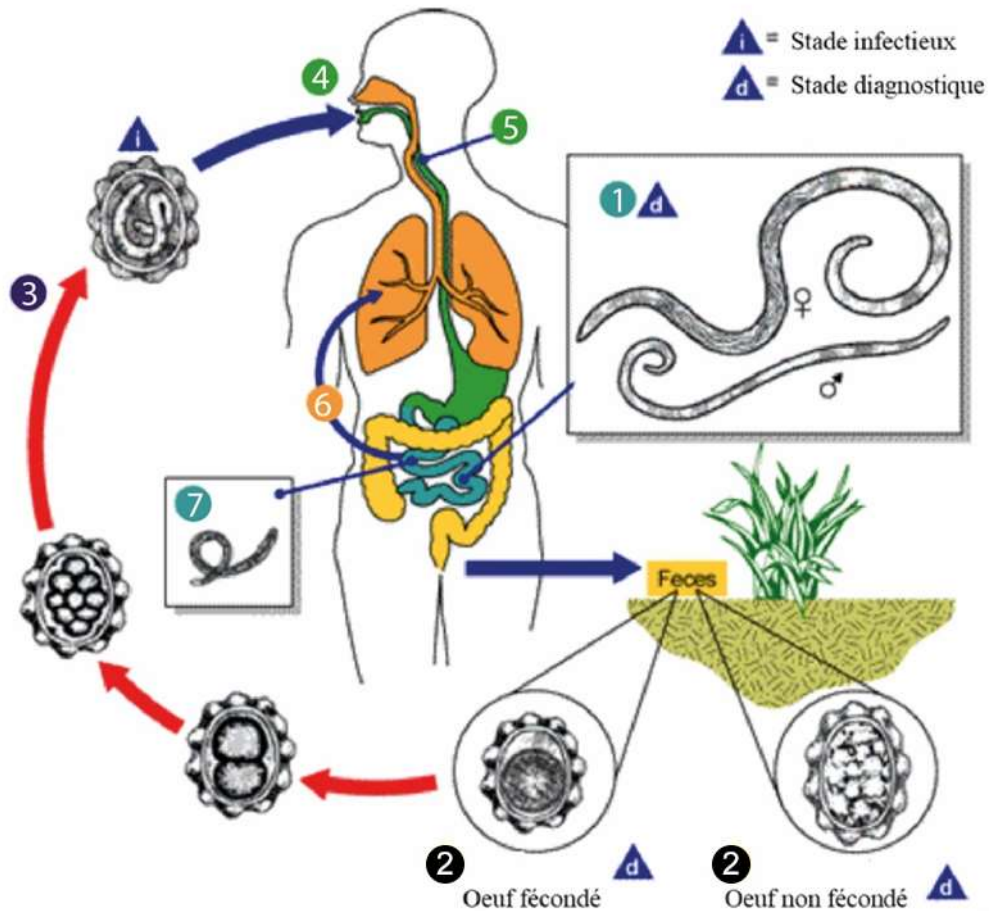


Figure 2 : cycle biologique de *Ascaris lumbricoides* (Anonyme, 2023a).

Légende : 1 : vers adultes ; 2 : les œufs s’embryonnent dans des conditions de température élevée (28 à 32°C) et de forte humidité ; 3 : Œuf enmbryonné, 4 : œuf embryonné ingéré ; 5 : larve passe dans l’arbre trachéo-bronchique ; 6 : traversé de l’artère et capillaires ; pulmonaires ; 7 : larve qui traverse la paroi intestinale.

La phase de migration larvaire ou phase d’invasion est caractérisée par des manifestations immuno-allergiques dues au passage des larves dans les différents organes. Le syndrome de Loeffler est la manifestation la plus classique ; il entraîne une toux sèche, une dyspnée, une expectoration muqueuse et un état subfébrile. La radiographie thoracique montre des opacités labiles, de tailles et nombres variables, disparaissant sans séquelle en quelques jours. L’hyperéosinophilie (HES) dessine une courbe en "coup d’archer", ou courbe de Lavier (figure 3). Cette HES est maximale en fin de migration larvaire ; à ce moment, les cellules éosinophiles représentent entre 30% et 50% des leucocytes. Après une semaine, le taux des éosinophiles revient à la normale (Bethony *et al.*, 2006).

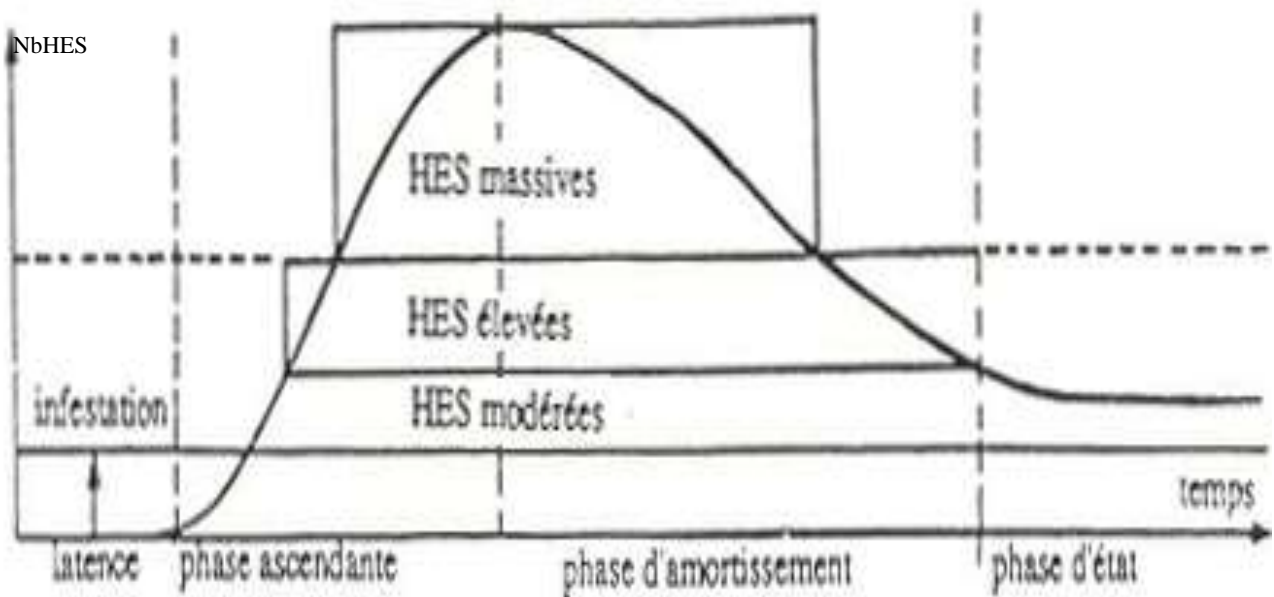


Figure 3 : Courbe de Lavier (ANOFEL, 2010).

Légende : NbHES = nombre des éosinophiles ; HES = hypéosinophilie.

La phase d'état, ou phase de localisation intestinale, est due à la présence des vers adultes dans la lumière intestinale ; elle entraîne des douleurs abdominales pseudo-ulcéreuses, des nausées, des vomissements, une diarrhée ou un syndrome dyspeptique. Le rejet de vers adultes lors des vomissements peut alors confirmer le diagnostic. On décrit chez l'enfant un syndrome vermineux fait surtout d'irritabilité. Les complications digestives font la gravité de l'ascaridiose (Edwin, 2004a ; Bethony *et al.*, 2006;). C'est le cas de l'occlusion intestinale qui est due à une action mécanique, précisément à la présence de paquets d'ascaris dans l'intestin grêle. On distingue deux types d'occlusions : l'occlusion subaiguë et l'occlusion aiguë (Edwin, 2004a).

L'occlusion subaiguë est plus fréquente ; elle entraîne des douleurs abdominales, des vomissements et de la fièvre. Chez un patient qui en souffre, l'abdomen est distendu et sensible ; la radiographie de l'abdomen sans préparation montre un aspect zébré, caractéristique de la présence de nombreux ascaris dans l'intestin grêle ; l'échographie abdominale montre un aspect tourbillonnant dans une anse grêle dilatée par la présence de nombreux ascaris. Le traitement de première intention est médical.

L'occlusion aiguë provoque des douleurs abdominales intenses avec vomissements et fièvre ; l'abdomen est météorisé et très douloureux ; il y a risque de perforation de l'intestin et l'intervention chirurgicale s'impose (Forrester *et al.*, 1988 ; Edwin, 2004a). L'ascaridiase biliaire et pancréatique est une cause de colique hépatique, d'angiocholite aiguë, de cholécystite aiguë et de pancréatite aiguë. La colique hépatique est due à la présence d'œufs ou

de vers adultes dans les voies biliaires, présence qui favorise la formation d'une lithiase pigmento-calciqque avec présence de calculs intra et extra-hépatiques. L'angiocholite aiguë est due à l'enclavement intrapapillaire d'un ver adulte ou à sa migration dans les voies biliaires. La cholécystite aiguë est due à la migration d'un ver adulte dans le canal cystique. La pancréatite aiguë est due à la présence d'un ver adulte dans la papille de Vater ou dans le canal de Wirsung. Il est aussi connu que *Ascaris lumbricoides* peut entraîner une déficience nutritionnelle et un retard de croissance chez les enfants parce qu'il interfère avec l'absorption des protéines, des graisses, des glucides, et de la vitamine A (Mbuh *et al.*, 2010). En phase d'état, deux à trois mois après la contamination, le diagnostic est parasitologique (O'Lorchain & Holland, 2000); un examen parasitologique positif des selles à l'état frais et après concentration (techniques de Ritchie, de Bailenger, de Junod, de Kato) montre, au microscope, des œufs ovalaires et symétriques de 50 à 80 µm de long x 35 à 55 µm de large, à coque externe épaisse et mamelonnée brun foncé, à coque interne lisse, incolore et très épaisse lorsqu'ils sont fécondés (O'Lorchain & Holland, 2000); il est aussi possible d'observer des vers adultes rejetés dans des vomissures ou bien dans les selles (Lariviere, 1987).

- **Prophylaxie**

L'ascaridiase est une maladie du péril fécal ; sa prévention est collective par la construction de latrines, le traitement des eaux usées, l'interdiction d'utilisation des engrais humains, le traitement des eaux de boisson, la lutte contre les mouches ; ceci nécessite une élévation du niveau de vie (Edwin, 2004a). La prévention individuelle consiste au lavage régulier des mains, au lavage des fruits et légumes ou à la lutte contre la géophagie (OMS, 2004c). Un déparasitage systématique chaque année est à retenir dans les zones endémiques (Edwin, 2004a ; OMS, 2004c).

1.13.1.1.2 Ankylostomiase

- **Définition**

L'ankylostomiase ou l'ankylostomose est une helminthiase due à la présence, dans le tube digestif de l'homme, de l'une ou de l'autre des deux espèces de nématodes à savoir *Ancylostoma duodenale* (Dubrini, 1843) d'une part, et *Necator americanus* (Stiles, 1902) d'autre part (Bethony *et al.*, 2006). Le caractère particulier de ces vers est leur hémato-phagie responsable d'anémies graves parfois mortelles, en cas d'infestations massives ; en effet, l'un et l'autre prélèvent respectivement chez un individu hôte 0,2 ml et 2 ml de sang par jour. L'ankylostomiase est associée à une détérioration du bilan ferrique et à une anémie ferri-prive ; elle exerce aussi des effets défavorables sur la croissance et les résultats scolaires chez l'enfant (OMS, 1993 ; OMS, 2002b). Ces espèces parasites peuvent vivre 5 à 15 ans dans l'organisme ;

15 millions de personnes sont infestées par l'ankylostome dans le monde dont 65.000 en décèdent chaque année (Chevalier *et al.*, 2002 ; Brooker *et al.*, 2004 ; OMS, 2006b).

- **Morphologie et Cycle évolutif des parasites**

Les espèces du genre *Ancylostoma* sont des vers cylindriques blanc rosé, de 1,5cm de long environ pour la femelle, 1cm pour le mâle ; la partie antérieure de ces nématodes est terminée par une bouche dotée d'organes de masticage qui sont des crochets chez *Ancylostoma duodenale* et des lames coupantes chez *Necator americanus*. L'extrémité postérieure du corps, par contre dilatée en parapluie chez le mâle, est conique chez la femelle (OMS, 1993 ; Chevalier *et al.*, 2002 ; Montresor *et al.*, 2002).

Les ankylostomes adultes vivent dans le tube digestif enfoncés dans la paroi duodénale ; les femelles y pondent des œufs non embryonnés (soit 6000 œufs par jour par femelle) qui sont éliminés avec les fèces de l'homme dans le milieu extérieur (Chevalier *et al.*, 2002). Pour que ces œufs s'embryonnent, il faut que le milieu extérieur soit humide et à une température supérieure à 25°C ; dans ces conditions, ils s'embryonnent en 24 heures et se transforment d'abord en larves rhabditoïdes puis en larves strongyloïdes. Ces dernières grossissent, doublent de volume et deviennent des larves strongyloïdes infestantes ; elles sont alors caractérisées par un géotropisme négatif, c'est-à-dire qu'elles doivent monter le long d'un mur ou de brins d'herbes, par exemple, car elles ont besoin d'oxygène (OMS, 2006a). Elles sont aussi dotées d'un thermotrophisme positif ; si un animal ou un homme marchant nu-pieds ou exposant une partie de son corps sur un sol contaminé est à proximité, les larves seront attirées par les ondes infrarouges de grandes longueurs émises par sa peau ; elles pourront ensuite pénétrer cette peau en la perforant pour ensuite migrer dans le corps de l'animal ou de l'homme. Après la pénétration, qui dure moins de 30 secondes, ces larves infestantes suivent un cycle (figure 4) qui les amène aux poumons ; elles perforent les capillaires, remontent les alvéoles pulmonaires au 3^{ème} jour post-infestation (PI), les bronchioles, et parviennent au carrefour aéro-digestif au 4^{ème} jour PI. De là, elles passent dans l'œsophage puis dans le duodénum dès le 8^{ème} jour PI où elles se transforment en adultes et s'enfoncent dans la paroi (figure 4). Elles pondent 35 à 40 jours après la pénétration pour *Necator americanus*, cinq semaines à neuf mois pour *Ancylostoma duodenale*. Les larves strongyloïdes infestantes sont assez fragiles ; elles doivent trouver rapidement un hôte, sinon elles dégènèrent ; toutefois, elles peuvent survivre pendant six mois dans des sols humides ou dans la boue ; la contamination par voie orale est exceptionnelle bien que possible pour *Ancylostoma duodenale* (OMS, 2010). Selon certains auteurs (Bethony *et al.*, 2006), la présence d'*Ancylostoma duodenale* dans les tissus serait une source d'infestation transmammaire responsable de l'ankylostomiase du

nouveau-né. Le comportement humain qui consiste à souiller le sol par les matières fécales fait de l'ankylostomiase une maladie des pays pauvres ; dans le milieu extérieur, l'éclosion larvaire nécessite essentiellement une température et une humidité suffisamment élevées, deux conditions qui sont souvent réunies dans les régions tropicales et intertropicales. Toutefois, on peut rencontrer *A. duodenale* en région tempérée où il sévit dans les microclimats, dans des chantiers miniers (OMS, 2010).

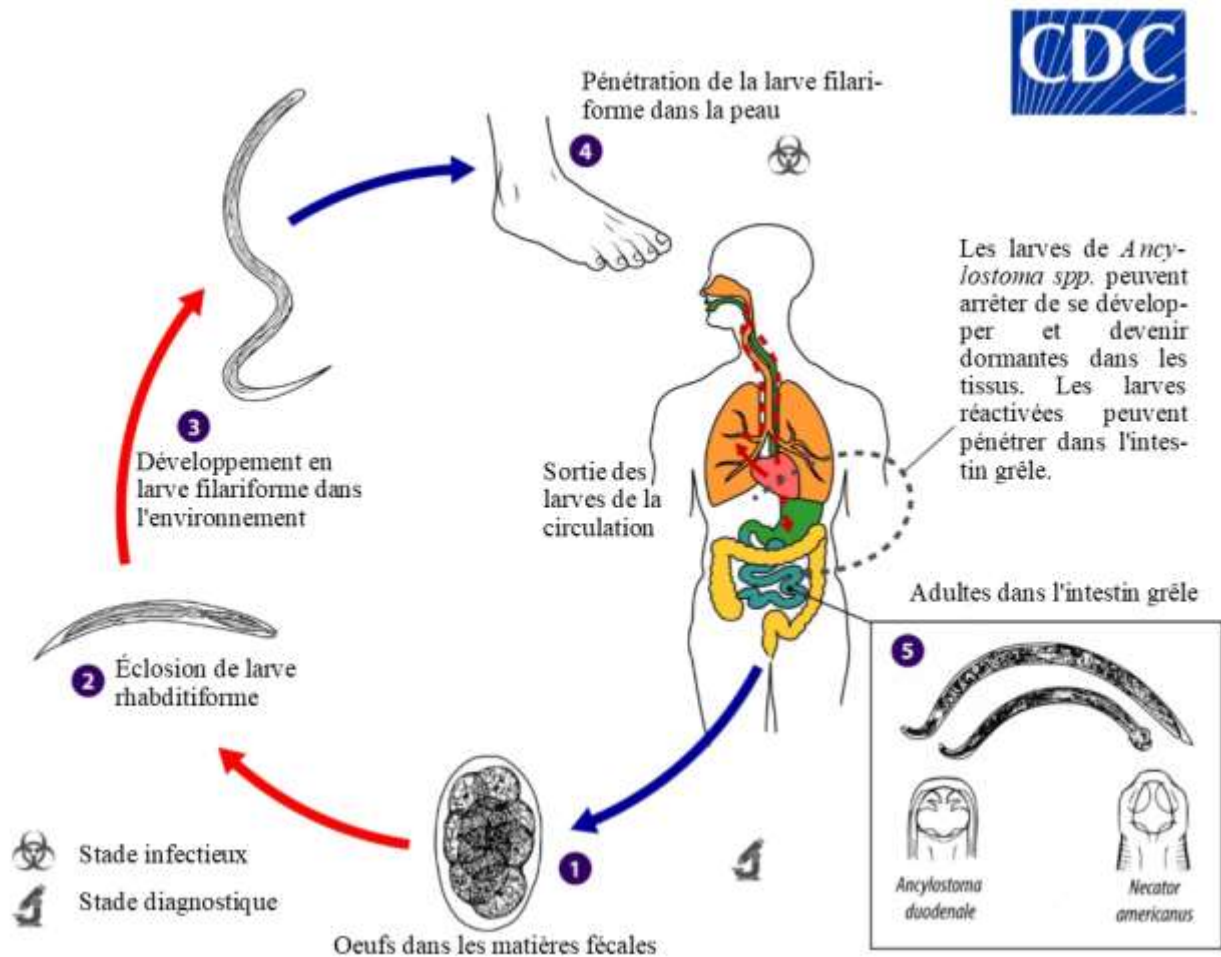


Figure 4 : Cycle de développement de *Ancylostoma* spp. (Anonyme, 2023b).

- **Clinique**

On peut reconnaître trois phases cliniques de l'ankylostomiase en rapport avec le cycle biologique des espèces cibles ; il s'agit de la pénétration cutanée, la migration larvaire, enfin l'action des vers adultes au niveau intestinal (Aubry & Bernard-Alex .2022). Ainsi, la phase de pénétration cutanée est caractérisée par une dermite prurigineuse, un érythème maculo-prurigineux fugace, observable au cours de la primo-invasion.

La phase larvaire d'invasion entraîne une irritation des voies aériennes supérieures ou catarrhe des gourmes, des manifestations allergiques traduites par une dyspnée asthmatiforme, un syndrome de Loëffler.

Enfin, la phase d'état intestinale est caractérisée d'une part par des troubles digestifs tels que les douleurs épigastriques, la pesanteur ou le ballonnement abdominal, la diarrhée faite de 5 à 10 selles par jour et, d'autre part, par une anémie qui s'accompagne d'une asthénie, de vertiges, d'œdèmes mous, etc.

- **Données statistiques**

Selon l'OMS (2004a), 1,3 milliard de personnes sont infestées par ces vers, dont 150 millions seraient gravement atteintes, ce qui conduit à 65 000 décès annuels.

- **Diagnostic**

L'hyperéosinophilie sanguine oriente vers une helminthiase ; elle est très modérée dans une infestation ancienne (OMS, 2006b) ; l'examen parasitologique des selles pour l'ankylostomiase est positif à partir le 40^{ème} jour post-infestation et le diagnostic est fait par une technique de concentration (Ripert *et al.*, 1998; OMS, 2006a).

- **Prophylaxie**

La lutte contre le péril fécal, qui repose sur l'amélioration de l'hygiène et l'éducation sanitaire, est à la base de la prévention de cette helminthose en zone tropicale ; cette lutte intègre l'élimination des déjections humaines et des eaux usées ou, le port de chaussures. En zones tempérées, la lutte contre l'ankylostomose, maladie professionnelle, passe par le dépistage, la surveillance et le traitement dès l'embauche pour tous les travailleurs des mines et tunnels ainsi que la ventilation et parfois le traitement des surfaces des galeries.

Actuellement, cette parasitose est devenue beaucoup plus rare du fait de la fermeture progressive des mines européennes (OMS, 2004b ; Edwin, 2004a ; Jackson *et al.*, 2009).

1.1.3.2 Embranchement des Plathelminthes

1.1.3.2.1 Définition

Selon Yeng-Giang, (2007), les Plathelminthes parasites humains sont les Cestodes et les Trématodes. Les cestodes intestinaux sont des vers plats vivant dans l'intestin de l'homme. Leur corps est segmenté en anneaux ou proglottis qui prennent origine au niveau de la tête ou scolex. Le scolex se fixe à la muqueuse intestinale par l'intermédiaire de crochets et/ou des ventouses ou des fentes ou bothriums. Les anneaux grandissent au fur et à mesure qu'ils s'éloignent de la tête ; ils finissent par se détacher du corps (ou strobile) et sont finalement éliminés dans les selles. Les cestodes sont hermaphrodites et possèdent un cycle dixène ou trixène selon les espèces. Au Tchad, les principales espèces parasites de l'homme sont : *Taenia*

solium (Linnaeus, 1758), *Taenia saginata* (Goeze, 1782), *Hymenolepis nana* (Siebold, 1852) et *Diphyllobothrium latum* (Linnaeus, 1757).

Quant aux trématodes intestinaux, ce sont des vers mésentériques intestinaux, exemple *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) ou vésicaux *Schistosoma haematobium* (Bilharz, 1852). Leurs œufs se retrouvent principalement dans les selles et dans les urines respectivement. Dans ce travail, nous nous intéressons aux schistosomes ou bilharzies. À la différence des nématodes, les trématodes adultes sont des parasites obligatoires des vertébrés (Yeng-Giang, 2007).

1.1.3.2.2 Description d'une trématodose rencontrée au Tchad : la schistosomiase

Les schistosomiasis ou bilharzioses sont des affections parasitaires dues à de vers plats nommés schistosomes. Les principales espèces de schistosomes parasitant l'homme sont : *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) qui cause la schistosomiase intestinale, *Schistosoma haematobium* (Bilharz, 1852) agent de la schistosomiase urinaire. Les vers sont à sexes séparés ; leurs adultes vivent dans le système circulatoire de l'homme, en particulier dans les veines splanchniques où ils se nourrissent de sang.

Les schistosomiasis se manifestent, à des degrés divers, sous forme de fièvre, céphalées, dyspnée asthmatiforme, de diarrhée, une hépatomégalie et une hyper éosinophilie qui est constante (OMS, 1994). La schistosomiase urinaire se manifeste par des hématuries, des infections urinaires chroniques et des lésions de l'appareil urinaire qui se constituent lentement, pendant des années d'évolution, pour finalement aboutir à la mort du rein et au cancer de la vessie. Les atteintes génitales sont fréquentes chez les femmes ; il s'agit d'annexite (due à une infection bactérienne) et de cervicite (une inflammation du col de l'utérus d'origine virale), qui sont des facteurs éventuels de dystocie (difficulté lors de l'accouchement) ou de stérilité. La schistosomiase intestinale se caractérise par une symptomatologie moins bruyante (alternance de troubles digestifs banals avec parfois des rectorragies). Toutefois, le pronostic à long terme est dominé par des complications suivantes : l'hépatomégalie, la splénomégalie, l'ascite, l'hématémèse (OMS, 1985 ; Lambertucci, 1993).

- **Morphologie et cycle évolutif des parasites**

Les schistosomes sont des vers à sexes séparés (gonochoriques) ; le mâle qui est plat mesure 8 à 12mm de long et porte la femelle dans un sillon ventral dit canal gynécophore. La femelle est grêle, cylindrique et plus longue que le mâle (15 à 25 mm). Comme tous les trématodes, les schistosomes possèdent deux ventouses comme organes de fixation. Dès la ponte, les œufs sont embryonnés (Doumengué, *et al.*, 1987 ; Charmot & Amatroze, 1993). Les

schistosomes adultes vivent dans les vaisseaux sanguins, surtout dans la veine porte. Leur cycle de développement est dixène, c'est-à-dire qu'il passe par deux hôtes (figure 5), l'homme (hôte définitif) et le mollusque gastéropode (hôte intermédiaire).

Selon Aubry & Bernard-Alex (2022), l'homme expulse les œufs de schistosomes dans le milieu extérieur à travers les selles pour *Schistosoma mansoni* ou les urines pour *Schistosoma haematobium*. Ces œufs éclosent dans l'eau douce si les conditions favorables (température 25 à 30°C, ensoleillement, pH neutre) sont réunies. L'œuf libère une larve ciliée et mobile : le miracidium ; ce dernier nage à la recherche d'un mollusque réceptif, aidé en cela par le chimiotropisme du mucus de ce mollusque. Il ne dispose que de 24 heures au maximum pour trouver et se fixer à cet hôte intermédiaire très spécifique ; il y entre par un mécanisme enzymatique. La suite du développement s'effectue dans l'hépatopancréas du mollusque et aboutit à la formation de furcocercaires. L'homme s'infecte par contact avec une eau infestée de cercaires. Ces dernières s'attachent à sa peau et lorsqu'elle sèche, ils pénètrent activement dans l'épiderme grâce aux sécrétions protéolytiques produites par les glandes qu'elles possèdent. A ce moment, ces larves perdent leur queue et deviennent des schistosomules, qui sont transportés par voie sanguine ou lymphatique vers le cœur, les poumons, et le système porte hépatique où elles atteignent la maturité. Après la fécondation, le couple se dirige vers les veines de l'intestin pour *Schistosoma mansoni* ou vers celles du système urinaire pour *S. haematobium* ; la femelle commence à y pondre des œufs en continu qui seront expulsés dans le milieu extérieur et le cycle recommence.

- **Signes cliniques**

Les manifestations cliniques comprennent les douleurs abdominales, la toux, la diarrhée, l'éosinophilie, la fièvre, la fatigue, l'hépatosplénomégalie c'est-à-dire l'élargissement du volume du foie et de la rate. La schistosomiase hépatique est la deuxième cause la plus fréquente de varices œsophagiennes à travers le monde. Outre ces symptômes, la schistosomiase est responsable des lésions génitales qui augmenteraient la vulnérabilité à l'infection par le VIH. Des symptômes cutanés sont aussi notés lors de la maladie, surtout au début de l'infection. En effet, une légère démangeaison et une dermatite papuleuse des pieds et d'autres parties du corps sont notées après une baignade dans les rivières polluées contenant des cercaires. L'hématurie, ou sang dans les urines, est le signe classique de la schistosomiase urogénitale (Aubry & Bernard-Alex, 2022).

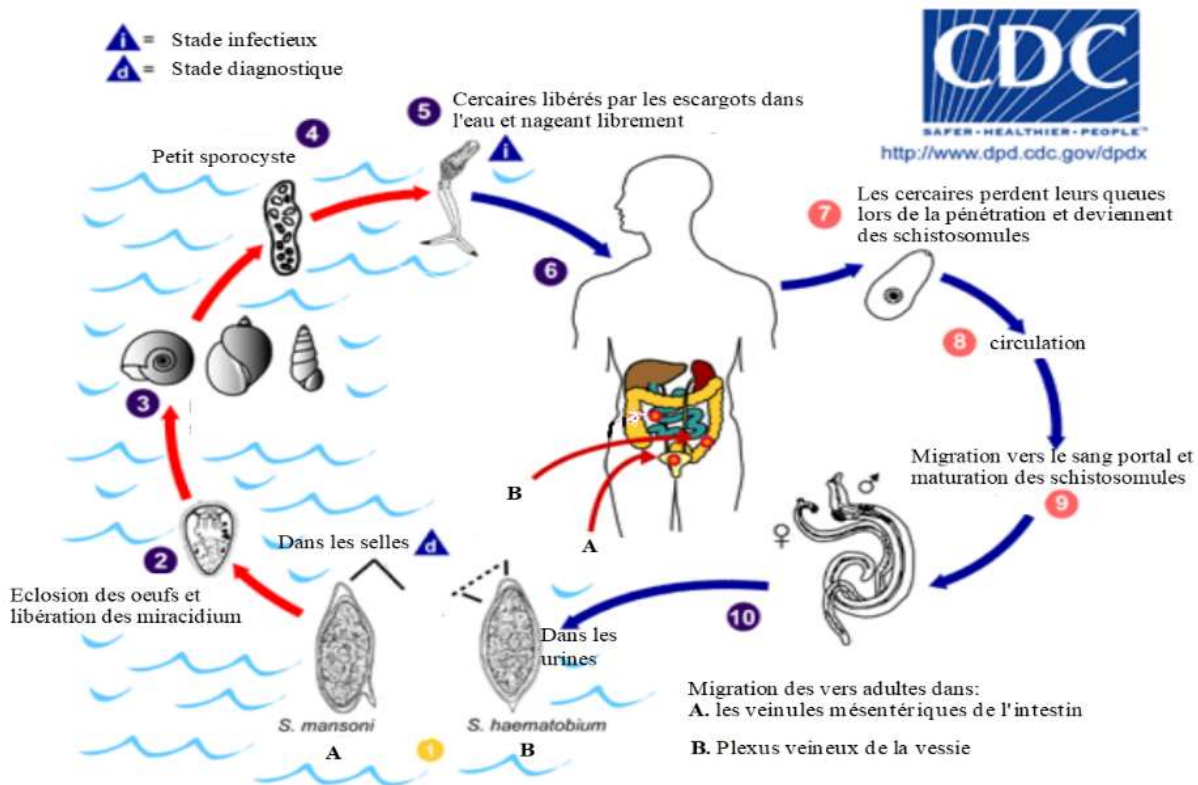


Figure 5 : Cycle biologique de *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* (Anonyme, 2023c).

Parfois, des lésions du système nerveux central peuvent survenir ; la maladie granulomateuse cérébrale peut être causée par des œufs ectopiques de *S. japonicum*, et des lésions granulomateuses autour des œufs extra-utérins dans la moelle épinière. Les infections à *S. haematobium* et *S. mansoni* peuvent entraîner une myélite transverse avec paraplégie flasque (Aubry & Bernard-Alex, 2022).

L'infection peut provoquer des réactions granulomateuses et une fibrose dans les organes touchés, ce qui peut entraîner des manifestations qui incluent :

- une polypose colique avec diarrhée sanglante due à *Schistosoma mansoni* la plupart du temps ;
- une hypertension portale avec hématurie et une splénomégalie dues à *Schistosoma mansoni* et à *Schistosoma japonicum* ;
- une cystite et urétéríte causées par *Schistosoma haematobium*, avec une hématurie, qui peut évoluer en cancer de la vessie appelé aussi carcinome épidermoïde ;
- une hypertension artérielle pulmonaire causée par *Schistosoma mansoni* et *Schistosoma japonicum*, et plus rarement *Schistosoma haematobium* ;
- une glomérulonéphrite ;
- des lésions du système nerveux central (Aubry & Bernard-Alex, 2022).

- **Données statistiques**

Les schistosomoses constituent la deuxième endémie parasitaire mondiale après le paludisme car 230 millions de personnes dans 52 pays requièrent un traitement annuel. Parmi ces dernières, 80 à 90% d'entre-elles vivent en Afrique. Près de 800 millions de personnes sont exposées au risque d'infection. Les schistosomoses sont responsables de 800 000 décès par an (OMS, 2012).

- **Diagnostic**

Le diagnostic d'orientation, surtout par la clinique et l'hyperéosinophilie, est basé sur la notion d'un séjour et de bains pris en eau douce dans une région d'endémie. Le diagnostic ne peut être confirmé que grâce aux examens biologiques (Aubry & Bernard-Alex (2022). C'est dans les selles que les œufs sont retrouvés environ 2 mois après l'infestation d'où l'intérêt de méthodes de concentration ou de la biopsie de la muqueuse rectale. L'hyperéosinophilie est un élément d'orientation (OMS, 2002a ; PNLSHI, 2005) pour les schistosomoses intestinales. Pour la schistosomiase urinaire, le diagnostic de présomption est basé sur l'utilisation des bandelettes imprégnées de réactifs chimiques tels que Sangur-test® ou Hemastix® (Bayer). Cette méthode, très pratique et adaptée aux enquêtes de masse, permet de situer les niveaux d'hématurie (faible, moyenne ou forte). Le diagnostic de certitude ou diagnostic direct permet la mise en évidence des œufs dans les urines car les œufs sont éliminés 2 à 3 mois après le bain infestant. Deux techniques sont utilisées : la technique de sédimentation et la technique de filtration.

Le diagnostic indirect s'applique aux formes chroniques de la bilharziose et repose sur la mise en évidence des anticorps. Ces méthodes sont assez complexes à réaliser car elles nécessitent l'entretien du cycle parasitaire au laboratoire, afin d'avoir des antigènes provenant des organismes vivants. Cependant, il existe des kits de diagnostic indirect tels que les kits Hemagglutination et ELISA.

Le principal facteur épidémiologique de transmission et de dissémination des bilharzioses est l'eau ; celle-ci est indispensable pour l'éclosion des œufs des schistosomes, pour la survie du mollusque hôte intermédiaire et pour l'infestation de l'homme (Belkacemi & Jana, 2006).

Traitement médical

Le praziquantel (Biltricide) est le seul médicament disponible, efficace sur toutes les formes de bilharziose. Il est actif sur les vers femelles et les schistosomules de moins de 15 jours. Il se présente sous forme de comprimés sécables de 600 mg et est prescrit à la posologie de 40mg/kg en une seule prise orale. La recherche des œufs du parasite dans les excréta doit être faite 3 à 12 mois après le traitement. Toutefois, des séquelles peuvent persister selon l'ancienneté et la gravité des lésions. Un traitement chirurgical peut être alors proposé, notamment en cas d'atteinte de l'urètre ou de la vessie (Aubry & Bernard-Alex, 2022).

- **Prophylaxie**

Il en découle que plusieurs actions peuvent être menées pour lutter contre les bilharzioses (Edwin, 2004b ; PNLSHI, 2005) à savoir :

- la protection de l'homme indemne en évitant les baignades dans les eaux suspectes ;
- la destruction des hôtes intermédiaires par des molluscicides ;
- le recours aux moyens physiques comme le désherbage, la suppression des obstacles à l'écoulement normal de l'eau, l'assèchement périodique de l'eau ;
- le traitement des cas diagnostiqués ;
- l'éducation sanitaire en vue d'empêcher la pollution des eaux par les excréta.

Le Comité de Lutte contre les Schistosomoses (OMS, 1985) a adopté une stratégie mondiale de réduction de la morbidité due à la schistosomiase. Les indicateurs de son succès font appel à des opérations de lutte dans le système des soins périphériques et dans les communautés, pour augmenter les chances de succès et de pérennisation. Plusieurs méthodes de lutte peuvent être appliquées ; l'éducation sanitaire est le premier moyen. Des efforts importants sont à faire pour modifier les connaissances, les attitudes et les perceptions sur la transmission de la maladie, le diagnostic et la lutte contre la bilharziose dans les zones d'endémie. Pour ce faire, une éducation sanitaire des populations concernées est nécessaire. Elle doit notamment porter sur : i) les comportements qui permettent de réduire le risque d'infestation en limitant les contacts entre l'homme et l'eau infestée, c'est-à-dire éviter de se baigner dans des eaux stagnantes, conseiller le port des bottes et des gants dans les travaux des rizières, et ii) l'introduction d'une hygiène fécale ou urinaire. Cependant, la diminution de la fréquence des contacts homme-eau passe par : l'amélioration de la fourniture en eau saine réservée à l'usage domestique, la multiplication des forages, des puits, des bornes fontaines, et l'utilisation de l'eau courante dans les habitations. La lutte chimique est basée essentiellement sur l'utilisation de molluscides ; ceux-ci sont soit d'origine chimique (Niclosamide ou

Bayluscide®), soit d'origine végétale telle que l'Endod. Pour être efficaces, ces mollucides doivent répondre à trois critères, à savoir : être dépourvus de toxicité vis-à-vis d'autres organismes aquatiques, ne pas déterminer des effets indésirables chez les organismes aquatiques, et être conservés dans de bonnes conditions de stabilité (OMS, 1985).

La lutte biologique utilise des gastéropodes soit comme compétiteurs (Madsen, 1984), soit comme prédateurs (Pointier *et al.*, 1989), afin d'interrompre le cycle parasitaire par la destruction des principaux mollusques hôtes des schistosomes.

La lutte physique utilise différentes méthodes comme l'assèchement périodique des biotopes ou le nettoyage des cours d'eau.

1.2 Polyparasitisme

Bien que les associations parasitaires soient connues depuis quelques décennies, leur fonctionnement et leurs impacts écologiques chez l'hôte sont restés longtemps ignorés (Thomas *et al.*, 2012). Combes (1995) a défini le parasitisme comme une association étroite entre deux organismes, dans laquelle l'un (le parasite) dépend de l'autre (l'hôte) et en tire profit, souvent de la nourriture ainsi que l'habitat et la mobilité. Cet auteur considère le parasitisme comme un type d'interaction universel et que ces interactions peuvent être d'une complexité variable, avec souvent plusieurs parasites pour un même individu hôte.

1.2.1 Causes du polyparasitisme

La littérature documente beaucoup de causes du polyparasitisme ; toutefois, les deux principales causes sont les facteurs favorables liés à l'hôte (susceptibilité) et ceux liés aux parasites. Le polyparasitisme peut résulter de facteurs de risque communs qui créent des associations ou assemblages statistiques entre la présence de parasites chez un individu hôte, sans qu'il y ait de réelles interactions biologiques (Vaumourin *et al.*, 2015)

1.2.1.1 Facteurs liés à l'hôte

Les facteurs qui favorisent la cooccurrence de parasites peuvent être la répartition spatiale de l'hôte (1) et ses traits de vie (2).

1.2.1.1.1 Répartition spatiale de l'hôte

Une distribution spatiale hétérogène des hôtes (définitifs et intermédiaires) est considérée comme une caractéristique particulière en épidémiologie (Eckert & Deplazes, 2004). En fonction des aires de distribution, les hôtes sont plus ou moins exposés à une grande diversité de parasites. Ainsi, plus la distribution de l'hôte est large, plus le risque de cooccurrence entre parasites est élevé (Vaumourin *et al.*, 2015). Ces auteurs montrent que ce risque d'être concomitamment infesté par plusieurs espèces parasites est plus grand lorsque l'hôte utilise une niche écologique dans laquelle sont présents plusieurs parasites. Par exemple,

du fait de la grande dispersion des géohelminthes dans les zones tropicales, l'homme qui y vit court conséquemment plus le risque d'être infesté par plusieurs espèces, comparé à celui qui vit dans les zones tempérées. De plus, les hôtes sont de plus en plus exposés à de multiples parasites du fait qu'aujourd'hui les distances se réduisent par les progrès technologiques dans les transports (avion, bateau) et par les effets de la mondialisation.

1.2.1.1.1.2 Traits de vie de l'hôte

Les traits d'histoire de vie des hôtes correspondent à la distribution des événements majeurs au cours de la vie d'un individu, qui contribuent directement à la production et à la survie de ses descendants (Thomas *et al.*, 2012). Plusieurs caractéristiques liées aux traits de vie d'un hôte influencent le polyparasitisme. Nous pouvons citer entre autres :

- les conditions environnementales. La condition physiologique d'un hôte est directement impactée par l'environnement qui l'entoure et le rend, par exemple, stressé ou malnutri et donc plus ou moins permissif aux parasites (Vaumourin *et al.*, 2015) ;
- la durée de vie. Il est connu qu'un hôte avec une grande longévité est amené à accumuler plus de parasites qu'un hôte ayant une espérance de vie courte (Dobson & Roberts, 1994) ;
- le comportement social. Les hôtes qui vivent en groupes, par exemple les humains, favorisent les échanges de parasites étant donné que les individus hôtes ont plus de chances d'être fréquemment en contact contrairement aux individus solitaires, comme les martinets ou les loups qui, lors de leur migration, sont peu exposés à de multiples parasites (Dobson & Roberts, 1994) ;
- l'investissement immunitaire de l'hôte. Celui-ci mène soit à la résistance, soit à la tolérance face aux parasites. Certaines espèces d'hôtes maintiennent un haut niveau de défenses immunitaires pour contrôler ou limiter les multiples infections parasitaires ; ils mettent en place des phénomènes de résistance (Raberg *et al.*, 2007 ; 2009). En effet, plus un individu hôte est infesté par des espèces de parasites différentes, plus son investissement immunitaire est important (Møller *et al.*, 2001 ; Bordes & Morand, 2011).

1.2.1.1.2 Facteurs liés aux parasites

Les caractéristiques des parasites qui favorisent les infections multiples sont soit générales, soit spécifiques.

1.2.1.1.2.1 Caractéristiques générales

La répartition spatiale des parasites joue un rôle majeur dans le polyparasitisme. Les parasites cosmopolites, qui sont en mesure d'exploiter un grand nombre d'espèces hôtes, ont

plus à même d'être en cooccurrence avec une grande diversité de parasites ; à l'opposé, les parasites spécialistes, en exploitant une gamme étroite d'espèces hôtes, ont moins de chances d'être en cooccurrence avec une grande diversité de parasites. Aussi, les relations phylogéniques entre espèces parasites influencent le polyparasitisme ; par exemple, *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* ont plus de chance d'infester les mêmes individus hôtes (Barry & Turner, 1991 ; Snounou & White, 2004).

1.2.1.2.2 Caractéristiques spécifiques

Les caractéristiques spécifiques aux espèces parasites sont de trois ordres, à savoir : les mécanismes liés : à l'entrée du parasite dans l'hôte, à l'utilisation, et à la réponse de ce dernier.

1.2.1.2.2.1 Entrée du parasite dans l'hôte

Les modes de transmission des parasites sont très variés. Ils peuvent être par voie orale, par pénétration transcutanée (active ou par piqûre d'arthropode), par voie transplacentaire, etc (Bandilla *et al.*, 2006). En pénétrant dans un hôte, certains parasites facilitent l'entrée d'autres taxons parasites chez le même individu hôte. C'est le cas de certains endoparasites qui entraînent des lésions de la muqueuse et facilitent ainsi l'entrée d'autres parasites ; c'est le cas : (1) pour le virus de l'herpès simplex de type 2 (VHS-2) et le virus du SIDA (VIH) (Cunningham *et al.*, 1985 ; Koelle *et al.*, 1994) ; (2) de la myase sous-cutanée chez l'homme due aux larves de certaines familles de diptères (Oestridae, Sarcophagidae, Calliphoridae, etc.) ; ces larves ouvrent grand une porte pour la pénétration d'autres parasites dans l'organisme. Certains parasites inhibent même l'activité ciliaire des épithéliums des hôtes, les rendant de ce fait plus sensibles aux infections (Bakaletz, 1995 ; Van de Perre *et al.*, 2008).

1.2.1.2.2.2 Exploitation de l'hôte

La compétition directe ou indirecte entre les espèces parasites dans un hôte donné joue un rôle important dans les mécanismes d'infection liés à l'exploitation de ce dernier (Pedersen & Fenton, 2007). La compétition parasitaire au sein d'un individu hôte peut être spatiale ou moléculaire. La compétition spatiale concerne deux espèces qui partagent la même localisation dans l'hôte (Stancampiano *et al.*, 2010). Elle peut soit amener à la coexistence des parasites via une modification des niches écologiques des parasites concernés, soit limiter le taux de croissance des espèces parasites (Frontera *et al.*, 2005), la charge parasitaire (Lello *et al.*, 2004), la transmission ou la virulence des parasites (Vautrin & Vavre, 2009 ; Mousson *et al.*, 2012). Ainsi, lorsque les ressources communes ne sont pas en quantité suffisante, les organismes concurrents se nuisent (Barbault, 1981).

La compétition moléculaire s'effectue par la production, par certains parasites, de toxines qui peuvent réduire ou augmenter la croissance et la virulence d'autres espèces présentes (Bridier *et al.*, 2014 ; Stacy *et al.*, 2014). Aussi, la proximité d'une grande diversité de parasites au sein d'un hôte peut affecter la probabilité d'échanges de gènes via, par exemple, des plasmides et des phénomènes de recombinaison. Cela peut permettre aux parasites d'acquérir de nouvelles fonctions les rendant par exemple plus virulents ou résistants (Dantas & Sommer, 2012 ; Forsberg *et al.*, 2012 ; Perry & Wright, 2013).

1.2.1.2.2.3 Réponse de l'hôte à l'infestation

Chaque parasite qui infecte un hôte doit pouvoir se maintenir malgré ce dernier et son système immunitaire, et notamment sa mémoire immunitaire. Cette mémoire immunitaire de l'hôte impacte fortement les probabilités de réinfections. Une infection (présente ou passée) par un parasite peut avoir d'importantes conséquences sur les infections ultérieures d'autres parasites (Beldomenico & Begon, 2010). Une telle situation met en lumière l'importance de l'ordre d'infection des hôtes surtout dans un contexte de polyparasitisme (Lohr *et al.*, 2010). Les interactions ont lieu par l'intermédiaire de molécules du système immunitaire de l'hôte, comme les anticorps, les cytokines ou l'activation du complément. Toutefois, certains parasites ont mis en place des mécanismes d'échappement au système immunitaire (Cox, 2001 ; Supali *et al.*, 2010).

1.2.2 Conséquences des poly-infections

Les conséquences du polyparasitisme résultent des interactions entre les espèces parasites au sein des hôtes (Fonseca *et al.*, 2005 ; Hermann *et al.*, 2013). Vaumourin *et al.* (2015) évoquent trois types de conséquences du polyparasitisme, à savoir : les conséquences sur : (1) les symptômes, la durée d'infection et le traitement des maladies infectieuses ; (2) la transmission et le diagnostic des maladies infectieuses ; (3) la prévention des maladies infectieuses.

1.2.2.1 Conséquences Sur les symptômes

Les symptômes sont la résultante de la virulence du parasite (Cirimotich *et al.*, 2011) et de la susceptibilité (ou sensibilité au parasite) de l'hôte. La virulence est modulée par les interactions entre les différentes espèces de parasites présentes chez l'hôte, agissant essentiellement sur la durée des infections et la multiplication des parasites (Gershwin *et al.*, 2005 ; Ives *et al.*, 2011 ; Dantas & Sommer, 2012). Selon Cirimotich *et al.* (2011) et Ayres (2013), les conséquences de telles variations peuvent être négatives (comme la présence de symptômes atypiques, l'augmentation de la mortalité des individus hôtes), ou positives (comme l'inhibition de la croissance d'un parasite particulier, la diminution des risques de

mortalité des individus hôtes). En réponse au polyparasitisme, la multi-thérapie peut être mise en place pour traiter, en même temps, différentes parasitoses induites. Il est également possible d'utiliser les interactions antagonistes entre certains parasites pour lutter contre d'autres parasites d'importance médicale (Stiehm, 2006).

1.2.2.2 Conséquences sur la transmission et le diagnostic des maladies

Ces conséquences sont directement liées à l'incidence de la maladie, c'est-à-dire au nombre de nouveaux cas d'infections d'une maladie par unité de temps et de lieu. Du fait des différents mécanismes d'interactions, l'incidence d'une maladie peut être intimement liée à celle d'une autre. Ceci est principalement dû au fait que la présence d'une (ou de plusieurs) espèce(s) parasite(s) modifie positivement ou négativement la probabilité d'infection par une autre espèce parasite, le taux de transmission des parasites, et la sensibilité des hôtes (Beldomenico & Begon, 2010). Ce sont évidemment les cas d'interactions positives qui sont les plus connues ; elles peuvent conduire à l'émergence ou à la réémergence de maladies (Marva *et al.*, 2015).

1.2.2.3 Conséquences sur la prévention des maladies infectieuses

Selon Hotez *et al.* (2010) et Mousson *et al.* (2010), trois moyens de prévention peuvent être utilisés contre les parasites, à savoir :

- le vaccin, le déparasitage ;
- le contrôle de la dispersion des agents pathogènes par les vecteurs via l'utilisation des insecticides ou des acarides ;
- des interactions antagonistes entre certains parasites.

1.2.3 Méthode d'étude du polyparasitisme

Les méthodes d'étude du polyparasitisme se basent en premier sur des observations, qu'elles soient effectuées en milieux naturels ou en milieux contrôlés. Ces deux grandes sources d'informations sont complémentaires et les hypothèses ou résultats issus de chacune nourrissent la réflexion lors de la mise en pratique de l'autre (Poulin, 2001).

1.2.3.1 Observations en milieux naturels

Les observations effectuées dans les systèmes naturels peuvent être réalisées selon plusieurs types de protocoles, dont ceux des études longitudinales et transversales.

Dans le cadre des études longitudinales, les mêmes individus sont observés sur de longues périodes. Cela nécessite de nombreuses contraintes dont la principale est de reconnaître les individus étudiés. Cette reconnaissance peut se faire via des marquages spécifiques, comme dans le cadre des études de Capture-Marquage-Recapture (Brown & Brown, 2004). Toutefois,

ce système de reconnaissance est peu adapté aux suivis d'animaux de petites tailles comme, par exemple, les vecteurs arthropodes qui sont pourtant des hôtes de grande importance en épidémiologie (Mahiane *et al.*, 2010 ; Sherlock *et al.*, 2013).

Dans les études transversales par contre, ce sont des individus différents qui sont observés sur de courtes périodes. Donc, plus que des données individuelles, ce sont des données populationnelles qui sont obtenues (Nolan & Smith, 1995 ; Mahiane *et al.*, 2010).

1.2.3.2 Observations en milieux contrôlés

Les observations effectuées en milieux expérimentaux ou contrôlés permettent d'étudier l'impact du polyparasitisme et de mettre en avant les interactions antagonistes ou synergiques entre divers parasites tels que les helminthes, les protozoaires, et les champignons, chez différents hôtes. Ces observations peuvent aussi être réalisées selon les protocoles d'études longitudinales ou transversales (Roossinck, 2011). Les observations effectuées en milieux expérimentaux sont avantageuses car elles permettent de mieux comprendre les facteurs de risque communs comme la condition des hôtes, et les facteurs de l'infection comme les prévalences des agents pathogènes. Elles permettent également d'étudier des paramètres variés comme la croissance, la fécondité et la durée de vie des hôtes. Bien que les données obtenues par ces études en milieux expérimentaux puissent permettre de confirmer ou d'infirmer les hypothèses soulevées lors des études effectuées dans les milieux naturels, leurs résultats méritent d'être relativisés car ils diffèrent de ceux des infections naturelles (Roossinck, 2011). Ceci limite leurs extrapolations hors du contexte du laboratoire.

CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE, MATERIEL ET METHODES

II.1 Cadre géographique et sites d'étude

II.1.1 Cadre géographique

Le Tchad est un pays soudano-sahélo-saharienne d'Afrique Centrale sans façade maritime. Le Tchad est limité au Nord par la Libye, à l'Est par le Soudan, au Sud par la République Centrafricaine et à l'Ouest par le Niger, le Nigeria et le Cameroun (figure 6). Avec un taux de croissance de 3,6%, la population tchadienne est passée de 11.175.915 habitants en 2009 à plus de 16,6 millions habitants en 2019 ; la population rurale représente un peu plus de 78% des tchadiens. Malgré l'exploitation du pétrole depuis octobre 2003, ce pays présente des indicateurs sociaux très bas. En 2014, il occupait le 183^{ième} rang sur 186 pays avec un indice de développement humain (IDH) de 0,39. D'après cet Indice, qui est une mesure composite de la santé, de l'éducation et du revenu, le Tchad est classé parmi les sept pays les moins performants du monde avec le Mali, le Burkina Faso, le Liberia, la Guinée Bissau, le Mozambique et le Burundi. Soixante pour cent (60%) de la population tchadienne vit avec moins d'un dollar par jour (UNICEF, 2007) ; environ deux-tiers de sa population vivent en dessous du seuil de pauvreté (PNDS2, 2013_2015). Cette situation est plus grave et a, certes, des répercussions sur la population scolaire qui a besoin des soutiens alimentaires pour grandir normalement et pour suivre les cours dispensés dans les écoles (UNICEF, 2007). Le système national de santé est peu performant à cause, essentiellement, de l'insuffisance des ressources humaines qualifiées, d'infrastructures sanitaires et d'équipements médicaux (OMS, 2010).

Trois zones écologiques sont connues au Tchad.:

La zone saharienne, au nord (figure 6), couvre une superficie de 780 000 km² avec une pluviométrie pratiquement nulle (MINAGRI, 2013). Elle est caractérisée par la permanence des vents desséchants et des températures élevées en journée (13°C à 29°C en janvier et 25°C à 44°C en mai). Dans cette zone de palmiers dattiers et d'élevage des camelins, l'agriculture se pratique autour des points d'eau appelés oasis.

La zone sahélienne (figure 6), au centre, couvre une superficie de 374 000 km² avec des précipitations annuelles variant entre 300 et 650 mm. Bien que confrontée à une insuffisance d'eau, cette zone produit de la gomme arabique, des céréales (mil, sorgho, maïs), des oléagineux (arachides, sésame, voandzou), et quelques plantes tuberculeuses (patates douces, manioc). Son climat est de type sahélien. C'est une zone de cultures maraîchères et d'élevage extensif des bovins et de petits ruminants (MINAGRI, 2013).

La zone soudanienne (figure6), au Sud, couvre 130 000 km² de superficie. C'est la partie la plus arrosée du Tchad car elle reçoit entre 650 mm et 1200 mm de pluies par an. Son climat, de type tropical, est favorable à la culture du coton, des oléagineux et des légumes (arachides, niébé, sésame, voandzou ou pois de terre, et plus récemment du soja), des céréales (mil, sorgho,

riz), des tubercules (manioc, patate douce, igname, taro). Les cultures maraîchères y sont également bien développées ainsi que celles de décrue le long des cours d'eau (MINAGRI, 2013).

Le Tchad compte plus de 250 groupes ethniques avec deux langues officielles, l'arabe et le français (PNDS2, 2013 et 2015). C'est un pays essentiellement agricole et pastoral qui, depuis 2003, est devenu un pays exportateur de pétrole. L'exploitation pétrolière offre une opportunité pour jeter le jalon d'un développement économique. Cependant, les secteurs secondaire et tertiaire restent encore embryonnaires (PNDS2, 2013 et 2015). Avec une jeunesse très abondante et une forte concentration humaine en milieu rural, la population résidante en milieu urbain ne représente que 21,7 % de la population totale. La densité de la population est passée de 4,9 à 8,7 habitants au kilomètre carré de 1993 à 2010, avec des disparités énormes entre les régions (INSEED/RGPH2, 2012). La représentation féminine est plus élevée puisqu'elle vaut 52% (INSEED/RGPH2, 2012).

Depuis 2003, les débordements de la crise du Darfour ont contraint plus de 200 000 soudanais à se réfugier au Tchad ; de plus des dizaines de milliers de personnes ont été déplacées à l'intérieur du pays. D'après l'OMS (2010), les taux de décès selon le sexe de l'enfant entre 0 et 5 ans étaient de 168‰ pour les filles et de 193‰ pour les garçons.

Le réseau hydrographique (figure 7) de ce pays est dominé par deux fleuves, le Chari et le Logone, et cinq lacs (le lac Tchad, le lac Fitri, le lac Iro, le lac Léré, et le lac Tekem).

- **Cadre d'étude**

Les travaux ont été menés dans la région sahélienne du Tchad et ont concerné précisément la Province du Ouaddaï (figure 7). Cette province est située dans le Sahel tchadien et comprise entre le 13° 39' de latitude Nord et le 21° 44' de longitude Est. Elle est composée de quatre départements : Ouara, Abougudam, Djurouf Al Ahmar et Assoungha et couvre une superficie de 29 980 km² avec une population de 731 679 habitants (INSEED, 2009). Elle est caractérisée par deux (2) saisons bien distinctes, une longue saison sèche (octobre à juin) et une courte saison de pluie (Juillet à septembre). Les fluctuations interannuelles sont assez marquées comme le montrent les précipitations enregistrées à la station pluviométrique d'Abéché. Les années de bonnes pluviométries oscillent autour de 500 et 600 mm alors que les années déficitaires avoisinent 100 mm à 150 mm de pluie par an.

Les températures relativement clémentes dans le Ouaddaï où il fait en moyenne 28°C. Les extrêmes sont compris entre 20°C et 36°C. Les minima s'étendent sur les mois de décembre et janvier et atteignent 15°C, alors que les maximas s'observent au début de la saison de pluie en avril et mai, ils atteignent 41°C. On observe en revanche une baisse de température maxi en

saison de pluies (durant le mois d'août). L'amplitude des températures en cette période est la plus faible (21°C au minimum et 32°C au maximum).

Caractérisée par un climat sahélo-saharien, la végétation de cette zone est de type sahélien steppique où on distingue plusieurs formations végétales suivant la nature du sol, la topographie et la profondeur de la nappe phréatique. Suivant le gradient Nord/Sud, la végétation évolue du Nord au Sud, des steppes herbeuses, arbustives basses à épineux souvent très éparées aux steppes arborées et des forêts claires ou peu denses à moyennement denses au Sud (Mahamat-Saleh *et al.*, 2016).

Les cours d'eau très encaissés des ouadis caractérisés par une couverture arbustive à arborée lâche durement éprouvée par la forte intensité de l'érosion hydrique due au ruissellement. On note principalement les espèces suivantes : *Acacia tortilis* (Sayal), *Acacia albida* (Haraz), *Acacia mellifera* (Kitri Azarak), *Acacia laeta* (Kitir Azarak), *Acacia seyal* (Talha)...

Les sols squelettiques sur pentes fortes ou sur granite ou gneiss présentent une steppe à *Albizia amara*, *Acacia mellifera*, *Acacia laeta*... (Pias, 1970)

Les étendues sableuses très cultivées parfois sous forme de jachères sont formées de *Boscia senegalensis* (Mikhet), *Guiera senegalensis* (Khibech), *Acacia tortilis* (Sayal), *Ziziphus mauritiana* (Nabak).... La strate herbacée très composée majoritairement d'espèces annuelles comprend : *Schoenefeldia gracilis* (Am Fetil), *Cenchrus biflorus* (Askanit), *Zornia glochidiata* (Lissek), *Cassia obtusifolia* (Kawala), *Aristida mutabilis* (Gaou), et *Dactyloctenium aegyptiaca* (Absabé) (Mahamat-Saleh *et al.*, 2016).

Le long de la zone d'épandage des ouadis sur sol sablo-argileux et/ou argilo-sableux sur granite ou sur gneiss on observe une végétation assez fournie (Pias, 1970). La strate herbacée assez fournie comprend *Panicum laetum* (Kreb), *Aristida mutabilis* (Gaou), *Schoenefeldia gracilis*, *Brachiaria deflexa* (Djigré) *Dactyloctenium aegyptium*, *Cenchrus biflorus*, *Zornia glochidiata*, *Cassia obtusifolia*... Au Sud sur sols argileux, la végétation devient plus boisée. La strate herbacée très fournie est composée de Graminées (Gaston, 1981).

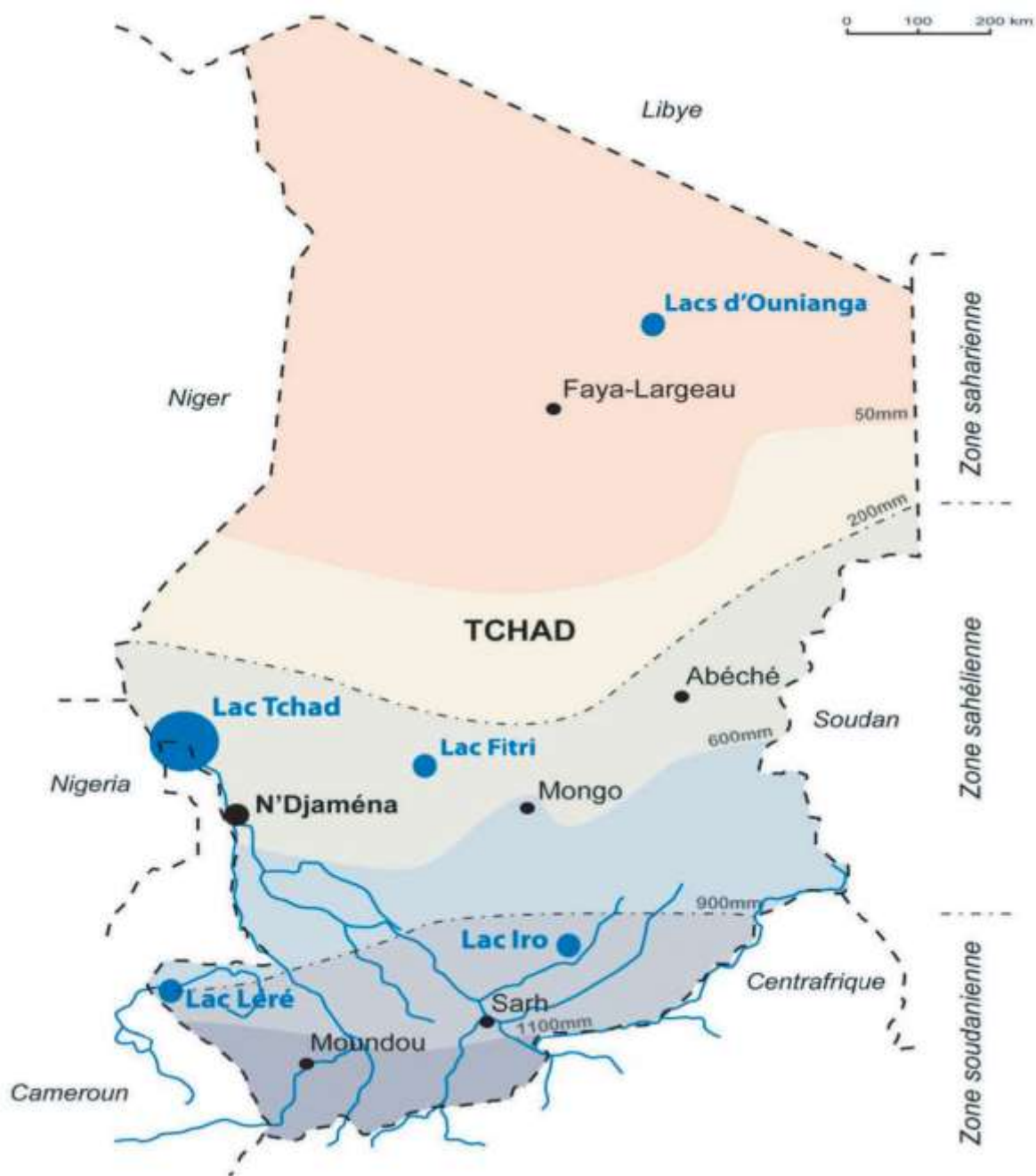


Figure 6 : Zones écologiques du Tchad (Anonyme, 2023).

II.1.2 Sites d'étude

La présente étude s'est déroulée dans la province de Ouaddaï (figure 7). Trois localités : Abéché, Abougoudam et Chokoyan ont été retenues à cet effet. Dans chacune de ces localités, un ou plusieurs établissements scolaires ont été aléatoirement choisis pour les enquêtes. Au total, treize (13) écoles, dont onze (11) dans la localité d'Abéché, qui est la métropole et la ville la plus peuplée de l'Est du Tchad (INSEED/RGPH2, 2012) est composé de 28 quartiers, 20 sont urbains et 8 périurbains (Ministère de la Santé Publique. 2018) et une (1) dans chacune des deux autres petites localités ont été admises pour l'enrôlement des participants, c'est-à-dire pour la collecte des échantillons de selles et d'urines.



Figure 7 : Carte administrative de la province de Ouaddaï (OCHA, 2012).

Abéché, située dans le massif de Ouaddaï, est le chef-lieu de la province éponyme et du Département de Ouara. Son climat de type sahélien est caractérisé par deux saisons : une saison pluvieuse (juillet à septembre) et une saison sèche (octobre à juin). Abougoudam est le chef-lieu du département nomade d'Abougoudam ; son climat est aussi sahélien. Chokoyan est une sous-préfecture de la province de Ouaddaï, également située en milieu sahélien. Abougoudam et Chokoyan ont plus ou moins les mêmes durées des saisons pluvieuse et sèche qu'Abéché (DREM, 2013). Les caractéristiques géographiques et climatiques de ces localités d'étude sont présentées ci-après au tableau I.

Tableau I: Caractéristiques géographiques et climatiques des localités d'étude

Localités	Longitude Est	Latitude Nord	Pluviométrie (mm)	Altitude (m)
Abéché	20 ⁰ 85'	13 ⁰ 85'	100 à 400	545
Abougoudam	20 ⁰ 38'	13 ⁰ 32'	300 à 600	491
Chogoyan	21⁰ 14'	13⁰ 21'	500 à 800	623

Source : INSEED/RGPH2 (2010) et DREM (2013).

Les figures 9, 10, et 11 illustrent respectivement quelques sites de prélèvement des échantillons, le milieu environnemental de notre étude et le mode de stockage ou le lieu d'approvisionnement de l'eau utilisée.



Figure 8 : Sites d'échantillons : a) Ecole de la Renaissance ; b) Collège Ben Rachid ; c) Elèves et enseignants de l'école du centre d'Abougoudam ; d) Elèves de l'école du centre de Chokoyan.



Figure 9 : Dépotoirs des ordures ménagères à Abéché (Dombor, 2019).

Les photos **a** et **b** montrent les dépôts des ordures ménagères dans quelques cours d'eau de la ville d'Abéché. Les photos **c** et **d** montrent les dépôts des ordures en bordure de rues et dans les terrains vagues de la ville d'Abéché.



Figure 10 : Moyens de stockage de l'eau dans la ville d'Abéché (Dombor, 2019).

a : bidons d'eau ; **b** : jarres d'eau ; **c** : fûts en plastique et **d** : puisard.

II.2 Matériel et Méthodes

II.2.1 Population et période d'étude

Ce travail est une étude transversale prospective qui a porté sur des enfants scolarisés âgés de 5 à 15 ans inclus, échantillonnés entre décembre 2020 et mai 2022. Cette tranche d'âges a été choisie car : 1- on y enregistre en général les plus fortes intensités d'infestations parasitaires spécifiques (PNLSHI, 2005) ; 2- les enfants de ces âges sont moins réticents aux examens de masse (OMS, 2004a) ; 3- ils sont faciles à contacter et reflètent le niveau de l'infection parasitaire d'une communauté (OMS, 2004a) ; enfin 4- cette sous-population est particulièrement exposée aux infestations pour des raisons comportementales, hygiéniques et ludiques (OMS, 2006c).

Les participants sélectionnés au hasard dans 11 établissements dont 5 écoles primaires en milieu urbain et 6 établissements (4 écoles primaires et 2 collèges) en milieu périurbain (tableau II), ont été soumis à des critères d'inclusion et de non inclusion.

II.2.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

Etait inclus dans cette étude tout sujet masculin ou féminin, âgé de 5 à 15 ans, régulièrement inscrit dans l'un des établissements scolaires sélectionnés, résidant dans la localité d'étude depuis au moins 6 mois, n'ayant pas été déparasité dans les 3 mois précédant notre arrivée dans son établissement scolaire, et dont le parent ou le tuteur a donné un accord d'enrôlement écrit.

Etait exclus de cette étude tout enfant âgé de moins de 5 ans ou de plus de 15 ans, non inscrit dans l'un des établissements scolaires sélectionnés, ou y inscrit mais déparasité moins de trois mois avant notre arrivée dans son établissement scolaire, dont le parent ou le tuteur n'a pas donné un accord d'enrôlement écrit.

Tableau II: Etablissements scolaires prospectés dans la province de Ouaddaï et dates de prélèvement des échantillons biologiques

Localités	Etablissements scolaires (milieu)	Dates d'échantillonnage
Abéché	Amitié (urbain)	09/12/2020
	Djabaye (périurbain)	11/12/2020+22/11/2021
	Abouna Adam (urbain)	15/12/2020
	Renaissance (périurbain)	16/12/2020+24 et 25/05/2022
	Kininie (périurbain)	17/12/2020
	Gendarmerie (urbain)	21/12/2020
	Kamina (périurbain)	23/12/2020
	Ben Rachid (urbain)	23/11/2021
	Boustane (urbain)	25/11/2021
	Foyer (urbain)	02/12/2021
Abougoudam	Djatinié (périurbain)	02/12/2021
	Centre (périurbain)	14/12/2021
Chokoyan	Centre (périurbain)	02/02/2022

II.2.3 Considérations éthiques

Les autorisations nécessaires pour la conduite de notre enquête ont été sollicitées auprès des Délégués Provinciaux : de l'Education Nationale et de la Promotion Civique du Ouaddaï, de la Santé du Ouaddaï, enfin du service chargé des autorisations sur des recherches épidémiologiques de l'hôpital provincial d'Abéché. Les différentes autorités de ces structures ont donné leurs accords pour la conduite de ce travail. Le protocole de cette étude a aussi été approuvé par le Comité National de Bioéthique du Tchad, sous le numéro N° 004PT/PM/MESRI/SE/SG/CNBT/SG/2023 (Annexe 1).

II.2.4 Echantillonnage

II.2.4.1 Recrutement des participants

La technique de recrutement des participants utilisée a été celle en grappes, à trois niveaux (Fleis, 1981). Le premier degré de sondage a consisté à choisir une zone écologique sur les trois que compte le Tchad. Le choix de la zone sahélienne a tenu compte des conditions climatiques, hygiéniques et écologiques jugées favorables à la transmission, au développement et à la persistance des helminthiases. Le deuxième niveau de sondage a consisté à retenir une province de la zone écologique. Le troisième degré de sondage a consisté à tirer au sort les localités ainsi que les écoles. Enfin, dans chaque école retenue, 1 à 5 classes ont été tirées au sort tout comme les élèves à inclure dans l'étude. Cette technique d'échantillonnage a permis de recruter 1341 élèves dans les 13 écoles des localités suivantes : Abéché (11), Abougoudam (1) et Chokoyan (1). Quelques jours avant le recrutement des participants et la collecte des échantillons de selles et d'urines, des visites ont été organisées dans les établissements retenus. Des informations sur les objectifs de l'étude, la procédure, les bénéfices éventuels et la confidentialité des résultats ont été données aux responsables administratifs, aux enseignants et aux élèves. Après cet entretien, une fiche d'enquête concernant les données sociodémographiques et anthropologiques (Annexe 2) et une fiche de consentement éclairé adressée au parent ou au tuteur (Annexe 3) ont été remises à chaque parent d'élève inclus dans l'étude. Le jour du prélèvement, les deux fiches ont été récupérées et un numéro d'anonymat a été attribué à chaque élève enrôlé dans l'étude.

La taille minimale N de l'échantillon a été déterminée grâce à la formule de Lorentz (Serhier *et al.*, 2020) : $N = \frac{t^2 P(1-p)^2}{m^2}$ où :

- p est la prévalence des helminthiases ; ici nous nous référons aux travaux de Hamit *et al.* (2013) qui rendent la prévalence globale des helminthiases dans la zone sahélienne, du Tchad, soit 49,1% ;
- t est le niveau de confiance de l'analyse à 95%, soit 1,96 ;
- m est la marge d'erreur à 5%, soit 0,05.

Ainsi, la taille minimale exigée de l'échantillon est : $N = \frac{1,96^2 \times 0,491 \times (1-0,491)^2}{0,05^2} = 384$ participants en zone sahélienne.

II.2.4.2 Collecte et transport des échantillons biologiques

À la suite de l'enrôlement, deux (2) pots stériles de 60 ml, à fermeture hermétique et étiquetés du même numéro d'anonymat, ont été remis à chaque participant. Des informations sur les précautions à prendre au moment du recueil des selles et des urines lui ont été données. Les échantillons (de selles et des urines) recueillis ont été rassemblés et introduits dans une

glacière contenant des blocs de glace, et transportés jusqu'au laboratoire pour les analyses ultérieures.

Pour la réalisation des analyses parasitologiques des échantillons de selles et d'urines collectés sur le terrain, le laboratoire de Parasitologie de l'Hôpital provincial d'Abéché et le Laboratoire de Chimie et de Microbiologie de l'Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché ont servi de cadre d'étude (figure 12).



Figure 11 : laboratoire de Chimie et Microbiologie de l'Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché (INSTA).

II.2.5 Examens parasitologiques des selles et des urines

II.2.5.1 Examen des selles

L'examen parasitologique des selles a été macroscopique puis microscopique utilisant la méthode quantitative de Kato-katz (OMS, 1994).

- **Examen macroscopique**

L'examen macroscopique consistait à rechercher la présence éventuelle des vers adultes dans la selle, et à noter la couleur (brune, brune foncée, brune claire, décolorée, présence de sang, présence de glaire) et la consistance (molle, dure, moulée, liquide, hémorragique, glaireuse, présence de résidus alimentaires) dans celle-ci.

- **Examen microscopique par la méthode quantitative de kato-katz**

La méthode de Kato Katz (OMS, 1994) a permis de concentrer les œufs ou larves d'helminthes intestinaux, et d'évaluer leurs charges. Pour ce faire, une portion de selle tamisée a servi à remplir soigneusement le trou (6 mm de diamètre sur 1,5 mm d'épaisseur) du gabarit placé sur une lame porte-objet propre. Après le retrait du gabarit, la matière fécale posée sur la

lame a été recouverte d'un rectangle de cellophane préalablement trempé dans une solution de kato préparée au moins 24h avant. À l'aide d'un tube à essai, la matière fécale placée entre la lame et le papier cellophane a été répartie uniformément de façon qu'il soit possible de lire des caractères d'un journal au travers. L'excès de la solution de Kato a été essuyé avec un morceau de papier hygiénique. Au bout de 30 minutes de repos, les œufs de *Ancylostoma* spp. ont été recherchés au microscope, ensuite ceux des autres parasites après un temps d'éclaircissement suffisant (OMS, 1994). L'observation microscopique a été faite à l'objectif x10 puis à l'objectif x40 d'un microscope de marque Zeis pour mieux apprécier le contraste des éléments. L'identification des formes parasitaires a été faite à l'aide des planches d'identification des parasites intestinaux (OMS, 1994) et sous le contrôle d'un laborantin expérimenté. Le nombre d'œufs obtenu a été multiplié par 24 car le gabarit utilisé a un trou de 6 mm de diamètre sur 1,5 mm d'épaisseur ; ainsi la selle obtenue a un poids estimé à 41,5 mg (Katz *et al.*, 1972; OMS, 1983; OMS 1993).

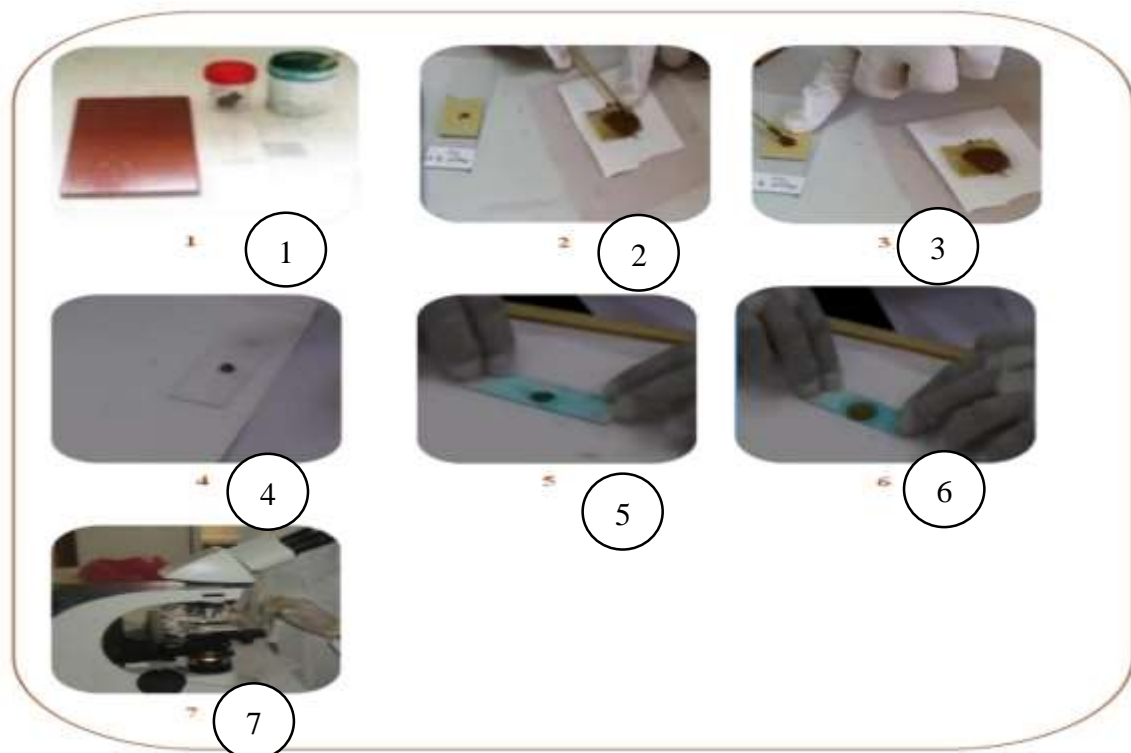


Figure 12: Etapes de la réalisation de la technique de kato-katz.

Légende : **1 :** matériel nécessaire pour l'analyse des selles par la méthode de Kato-Katz ; **2 :** matière fécale prélevée et déposée sur une plaque à l'aide d'une spatule puis matière fécale tamisée ; **3 :** matière fécale déposée sur une lame porte-objet via l'orifice du gabarit ; **4 :** pastille de selle obtenue ; **5 :** pastille de selle recouverte par un morceau de papier cellophane imbibé de solution Kato ; **6 :** pastille de selle étalée de façon uniforme contre le morceau de papier cellophane à l'aide d'un tube à paroi régulière **7 :** préparation examinée au microscope.

II.2.5.2 Examen des urines

Chaque échantillon d'urine a, tour à tour, subi un examen macroscopique, un test à la bandelette urinaire, et un examen microscopique après centrifugation.

- **Examen macroscopique**

L'examen macroscopique a permis de noter la couleur et l'aspect (trouble, translucide ou hématurique) de chaque échantillon d'urine.

- **Test à la bandelette réactive urinaire**

Ce test utilise une bandelette qui présente des zones réactives de chimie sèche permettant de reconnaître la présence de leucocytes, des érythrocytes, de nitrites, des protéines dans l'urine (Latini *et al.*, 2009). Une microhématurie positive a été définie pour tout échantillon d'urine présentant une trace ou une réaction colorée positive sur la bandelette réactive. Dans le cadre de cette étude, l'accent a été mis uniquement sur la présence ou l'absence des érythrocytes grâce aux bandelettes réactives UroColor™10. Dans la pratique, on plonge une bandelette (1 seconde au maximum) dans de l'urine fraîchement émise en humectant entièrement toutes les zones réactives. Ensuite on élimine l'excédent d'urine sur du papier absorbant et on lit le résultat après une minute. Cette lecture est en fait la comparaison de la couleur obtenue sur la bandelette à celle se trouvant sur le flacon (Latini *et al.*, 2009). La microhématurie a été codée de manière semi-quantitative selon les instructions du fabricant d'Hemastix (négatif, trace, +, ++ et +++).

- **Centrifugation des urines**

En pratique, après homogénéisation de chaque échantillon d'urine, un volume de 10ml a été introduit dans un tube à fond conique qui a subi une agitation puis une centrifugation à 1000 tours/minute pendant 10 minutes. Le surnageant a été éliminé et le culot entièrement lu entre lame et lamelle à l'objectif 10X puis à l'objectif 40X (OMS, 1983).

II.2.6 Détermination des niveaux d'infestation helminthique

Les charges ovulaires ont été catégorisées suivant les recommandations de l'OMS (2004a). Cette classification ne concerne que les géohelminthes (*Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma* spp.) et les schistosomes (*Schistosoma mansoni* et *Schistosoma haematobium*). Les charges ovulaires d'une espèce d'helminthe donnée peuvent être légères, modérées ou fortes (tableau III). En ce qui concerne le niveau de prévalence, lorsque celle d'une espèce d'helminthe est supérieure ou égale à 70%, elle est dite forte ; lorsqu'elle est comprise entre 50% et 69%, elle est dite modérée ; enfin lorsque le taux d'infestation est strictement inférieur à 50%, il est dit faible (OMS, 2004a). Dans le cas des infestations à schistosomes, un taux

d'infestation supérieur ou égal à 50% est dit élevé ; s'il est compris entre 10% et 49%, il est considéré modéré ; enfin lorsqu'il est inférieur à 10%, il est dit faible (OMS, 2004a).

- **Remarques**

Dans le cas des helminthiases intestinales, un élève était considéré parasité lorsqu'il avait éliminé un ver adulte ou lorsque l'examen microscopique de sa selle avait révélé la présence d'au moins une larve ou un œuf d'helminthe. Concernant la bilharziose urinaire, un élève était considéré positif à l'infection lorsque l'examen microscopique de son urine avait révélé la présence d'au moins un œuf de *Schistosoma haematobium*.

Tableau III : Classes d'intensité du parasitisme par des géohelminthes et des schistosomes (OMS, 2004a)

Parasites	Unités de mesure	Niveaux d'infestation		
		Infection légère	Infection modérée	Infection forte
<i>A. lumbricoides</i>	Œufs/g de selle	1 à 4999	5000 à 49999	≥50000
<i>Ancylostoma</i> spp	Œufs/g de selle	1 à 1999	2000 à 3999	≥4000
<i>S. mansoni</i>	Œufs/g de selle	1 à 99	100 à 399	≥400
<i>S. haematobium</i>	Œufs/10 ml d'urine	1 à 50	—————	>50œufs/10ml d'urine (ou hématurie visible)

A noter que dans le cadre de cette étude concernant la charge ovulaire, nous n'avons pas pris en compte les œufs de *Schistosoma haematobium* parce qu'ils n'étaient pas abondants dans les urines comparés aux autres helminthiases.

II.2.7 Terminologie

La prévalence est le rapport du nombre n de spécimens d'hôtes infestés dans une population d'étude par une espèce parasite donnée, par le nombre total N d'échantillons d'hôtes examinés multiplié par 100. Sa formule est : $P = \frac{n}{N} \times 100$ (Bush *et al.*, 1997 ; Bouyer *et al.*, 2003). Cette prévalence est synonyme de taux d'infestation en cas de monoparasitisme.

L'infrapopulation représente tous les individus d'une même espèce parasite présents sur ou dans un seul individu hôte (Combes, 1995).

La xénopopulation est l'ensemble des infrapopulations dans une population d'une espèce hôte (Combes, 1995).

L'infracommunauté est l'ensemble des individus parasites, toutes espèces confondues, vivant sur ou dans un seul individu hôte (Combes, 1995).

II.2.8 Analyses statistiques

Les données de cette étude ont été saisies dans un tableur Microsoft Excel 2016 qui a également servi pour la construction des graphiques ; elles ont ensuite été transférées dans le logiciel SPSS

25.0 pour des analyses statistiques. Les fréquences des œufs, larves, et adultes des différentes espèces parasites ont été déterminées. Le test de chi carré (χ^2) a permis de comparer les fréquences d'isolement des différentes espèces parasites entre : les localités, les zones, les genres, les tranches d'âges et les établissements scolaires. Pour des effectifs inférieurs à 5, le test χ^2 corrigé de Yates et le test exact de Fisher ont été utilisés pour comparer les proportions.

Le test de Kruskal-Wallis a servi à comparer les charges ovulaires moyennes entre 3 ou plusieurs variables ou modalités. Lorsque cette comparaison multiple a révélé une différence significative, le test de Mann-Whitney a permis de parachever la comparaison 2 x 2.

L'analyse des associations parasitaires interspécifiques a été faite par le calcul des indices écologiques suivants : l'indice D de Dice, le coefficient de corrélation de point ϕ , et l'indice F de Forbes.

L'indice de Dice mesure le degré d'associations interspécifiques binaires. Il donne le rapport du nombre de cas où deux espèces de parasites P_1 et P_2 sont associées sur le nombre total de cas où P_1 et P_2 sont associés ou non associés (Combes *et al.*, 1983).

Sa formule est : $D = \frac{2a}{2a+b+c}$ où

a = nombre d'individus hôtes chez lesquels les deux espèces parasites P_1 et P_2 se retrouvent ensemble ;

b = nombre d'individus hôtes n'hébergeant que l'espèce P_1 ;

c = nombre d'individus hôtes n'hébergeant que l'espèce P_2 .

Lorsque $D \leq 0,09$, l'association est très faible ; quand $0,10 \leq D \leq 0,24$ l'association est faible ; $0,25 \leq D \leq 0,49$, l'association est moyenne ; quand $D \geq 0,5$ l'association est très forte (Combes *et al.*, 1983).

Le coefficient de corrélation de point ϕ mesure la déviation du degré d'association parasitaire par rapport au hasard (Combes *et al.*, 1983). Sa formule est : $\phi =$

$\frac{ad-bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)}}$ où

a = nombre d'individus hôtes hébergeant les deux espèces de parasites P_1 et P_2 en même temps ;

b = nombre d'individus hôtes hébergeant uniquement l'espèce de parasite P_1 ;

c = nombre d'individus hôtes hébergeant uniquement l'espèce de parasite P_2 ;

d = nombre d'individus n'hébergeant aucune des deux espèces de parasites P_1 et P_2 .

Le coefficient de corrélation de point ϕ varie de -1 à +1, et vaut 0 lorsque le nombre de coïncidences répond aux lois du hasard. Si $\phi = -1$, il y a exclusion parfaite, c'est à dire la présence de l'une des espèces de parasites exclut celle de l'autre espèce et vice versa. Lorsque $\phi = +1$, il y a association parfaite entre les deux espèces de parasites, la présence de l'une

implique celle de autre. Le test de X^2 ($X^2 = n\phi^2$, ddl = 1) permet d'évaluer le degré de cette corrélation.

L'indice de Forbes mesure la déviation des doubles-présences (parasites 2 à 2) par rapport au hasard (Combes *et al.*, 1983). Sa formule est : $F = \frac{an}{(A+b)(a+c)}$ où

a = nombre d'individus hôtes où l'on a rencontré les deux espèces de parasites ;

b = nombre d'individus hôtes où l'on a rencontré l'une des espèces de parasites seule ;

c = nombre d'individus hôtes où l'on a rencontré l'autre espèce de parasite seule ;

n = nombre d'individus hôtes examinés.

F varie de 0 à +n. Si F= 1, l'association répond aux lois du hasard ; si F=2, il y a 2 fois plus de coïncidences positives que prévu ; si F=0,5, il y a deux fois moins de coïncidences, etc.

La signification de la déviation par rapport au hasard est évaluée grâce au test de χ^2

Toute valeur de probabilité $P < 0,05$ indique que la différence notée dans un test est statistiquement significative à 5%.

Odd ratio (OR) : également appelé rapport de chances, rapport des cotes ou risque relatif rapproché, est une mesure statistique, souvent utilisée en épidémiologie, exprimant le degré de dépendance entre des variables aléatoires qualitatives.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats

III.1.1 Structure de la population étudiée et diversité biologique des parasites diagnostiqués dans la population d'étude

La répartition de notre échantillon d'élèves a tenu compte de cinq facteurs qui sont : la localité, le genre, la tranche d'âges, la zone (type de milieu) et l'école.

III.1.1.1 Répartition des élèves en fonction des localités, des genres et des tranches d'âges

Au total 1341 élèves ont été enrôlés dans la présente étude ; leur âge a varié de 5 à 15 ans pour une moyenne de $10,51 \pm 2,36$ ans (médiane 11 ans). Deux classes d'âges ont été retenues pour cette étude, à savoir celles des écoliers de 5 à 10 ans et celle de 11 à 15 ans avec des effectifs respectifs de 622(46,38%) et 719 (53,62%). De plus, une prédominance du genre masculin avec 937 (69,87%) participants contre 404 (30,13%) participantes pour le genre féminin a été observée, soit un ratio garçons/filles de 2,32.

La localité d'Abéché a contribué avec 69,50% des participants (932 élèves). Les individus du genre masculin étaient 750 (80,47%) contre 182 (19,53%) du genre féminin. L'âge des élèves y a varié de 5 à 15 ans avec une moyenne de $10,31 \pm 2,41$ ans (médiane : 10 ans). La répartition des participants en fonction des classes d'âges a montré une légère dominance numérique des enfants âgés de 5 à 10 ans, avec 471 élèves (50,54%) par rapport à ceux âgés de 11 à 15 ans avec 461 participants (49,46%) (tableau IV).

Dans la localité d'Abougoudam, 203 élèves ont été recrutés, soit 122 du genre masculin (60,10%) contre 81 du genre féminin (39,90%). L'âge des élèves a varié de 6 à 12 ans avec une moyenne de $9,58 \pm 1,49$ ans (médiane : 9 ans). Par ailleurs, la répartition des élèves en fonction des groupes d'âges prédéfinis a été de 135 écoliers (66,50%) pour la tranche d'âges de 6 à 10 ans et 68 autres (33,50%) pour la tranche d'âges de 11 à 12 ans (tableau IV).

Enfin, 206 enfants de la localité de Chokoyan étaient enrôlés dans cette étude. Un nombre de 65 (31,55%) participants étaient des garçons alors que 141(68,45%) étaient des filles. L'âge des élèves a varié de 6 à 15 ans avec une moyenne de $12,35 \pm 1,86$ ans (médiane : 13 ans). La répartition des participants par tranche d'âges a donné le profil suivant : 16 (7,77%) élèves dans la tranche des 6 à 10 ans et 190 (92,23%) dans la tranche des 11 à 15 ans (tableau IV).

Tableau IV: structure de l'échantillon d'élèves en fonction des localités, des genres et des tranches d'âges

Localités ni (%)	Genres et tranches d'âges (ans)	Ni (%)
Abéché 932 (69,50%)	Genres	
	masculin	750 (80,47)
	féminin	182 (19,53)
	Tranches d'âges	
	5-10	471 (50,54)
	11-15	461 (49,46)
Abougoudam 203 (15,14%)	Genres	
	masculin	122 (60,10)
	féminin	81 (39,90)
	Tranches d'âges	
	6-10	135 (66,50)
	11-12	68 (33,50)
Chokoyan 206 (15,36%)	Genres	
	masculin	65 (31,55)
	féminin	141 (68,45)
	Tranches d'âges	
	6-10	16 (7,77)
	11-15	190 (92,23)

Ni : nombre des élèves interrogés, %: pourcentage

III.1.1.2 Répartition des élèves en fonction des milieux de vie et des écoles

Des 1341 participants enrôlés à cette étude, on a dénombré 321 (23,94%) dans le milieu urbain et 1020 (76,06%) dans le milieu périurbain. En milieu urbain, ces élèves enrôlés dans l'étude fréquentaient six établissements scolaires, à savoir : 41 (12,77%) à l'Ecole Abouna, 41 (12,77%) à l'Ecole Amitié, 56 (17,45%) à l'Ecole Ben Rachid, 82 (25,55%) à l'Ecole Boustane, 39(12,15%) à l'Ecole Foyer et 62 (19,31%) à l'Ecole Gendarmerie. En milieu périurbain, les enfants ont été recrutés dans sept écoles primaires, à savoir : 171 (16,76 %) à l'Ecole Djabaye, 94 (9,22 %) à l'Ecole Djatinié, 44 (4,31%) à l'Ecole Kamina, 57(5,59%) à l'Ecole Kinine, 245(24,02%) à l'Ecole de la Renaissance, 203(19,90%) à l'Ecole du centre d'Abougoudam et 206 (20,20%) à l'Ecole du centre de Chokoyan (tableau V).

Tableau V: répartition de tous les élèves en fonction des zones (milieux de vie) et des écoles

Milieux de vie (fréquence ;%)	Ecoles (fréquence ; %)
Urbaine (321 ; 34,44%)	Abouna Adam (41 ; 12,77)
	Amitié (41 ; 12,77)
	Ben Rachid (56 ; 17,45)
	Boustane (82 ; 25,55)
	Foyer (39 ; 12,15)
	Gendarmerie (62 ; 19,31)
	Périurbaine (1020 ; 76,06%)
Périurbaine (1020 ; 76,06%)	Djabaye (171 ; 16,76)
	Djatinié (94 ; 9,22)
	Kamina (44 ; 4,31)
	Kinine (57 ; 5,59)
	Renaissance (245 ; 24,02)
	Ecole Abougoudam (203 ; 19,90%)
	Ecole Chokoyan (206 ; 20,20%)

III.1.1.3 Diversité biologique des parasites diagnostiqués dans la population d'étude

Au total, les œufs de quatre espèces *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma* spp., *Schistosoma haematobium* et de *Schistosoma mansoni* de parasites regroupées en 3 familles, 3 ordres, 2 classes, et 2 embranchements ont été identifiés (**tableau VI**).

Tableau VI : liste des taxons parasites retrouvés au sein de la population d'étude

Embranchements	Classes	Ordres	Familles	Espèces	Milieux d'isolements
Némathelminthes	Nematoda (Phasmidea)	Ascaridida	Ascaridae	<i>Ascaris lumbricoides</i> Linnaeus, 1758	Selles
		Strongylida	Ancylostomidae	<i>Ancylostoma</i> spp.	
Plathelminthes	Trematoda	Diplostomida	Schistosomatidae	<i>Schistosoma mansoni</i> Sambo, 1707	Urines
				<i>Schistosoma haematobium</i> Bilharz, 1852	

III.1.2 Fréquences des différents types d'infra populations et d'infracommunautés retrouvés dans la population d'étude

Le monoparasitisme a concerné 343 sujets, soit 25,58% de l'échantillon de départ alors que le polyparasitisme n'a concerné que 4 sujets, soit 0,30% de l'échantillon total (tableau VII).

III.1.2.1 Infrapopulations

Quatre types d'infrapopulations ont été retrouvés dans notre échantillon total de travail, avec des taux classés dans l'ordre décroissant suivant : 21,25% pour *Schistosoma haematobium* > 2,31% pour *Ascaris lumbricoides* > 1,64% pour *Schistosoma mansoni* et 0,37% pour *Ancylostoma* spp. Les variations des prévalences de ces espèces parasites entre les localités ont été statistiquement significatives ($P < 0,05$), la localité d'Abéché enregistrant toujours les taux d'infestation les plus faibles (tableau VII).

III.1.2.2 Infracommunautés

Quatre types d'assemblages parasitaires (infracommunautés) par deux espèces différentes sur les six réalisables ont été recensés dans l'échantillon total à savoir : *Schistosoma haematobium* + *Schistosoma mansoni* ; *Schistosoma haematobium* + *Ascaris lumbricoides* ; *Schistosoma haematobium* + *Ancylostoma* spp. ; *Schistosoma mansoni* + *Ascaris lumbricoides*. Tous ces types d'assemblages sont apparus avec les mêmes taux 0,24%, chacun chez un seul écolier. Trois de ces associations (*Schistosoma haematobium* + *Schistosoma mansoni* ; *Schistosoma haematobium* + *Ascaris lumbricoides* ; *Schistosoma haematobium* + *Ancylostoma* spp.) ont été trouvées à Chokoyan avec la même proportion 0,48%, alors que la quatrième infracommunauté faite de *Schistosoma mansoni* + *Ascaris lumbricoides* avec une proportion de 0,49%, n'a été signalée qu'à Abougoudam. La cooccurrence d'*Ancylostoma* spp. avec (1) *Ascaris lumbricoides* et (2) *Schistosoma mansoni* n'a pas été observée. Aucune cooccurrence par trois ou par quatre espèces parasites n'a été diagnostiquée chez les écoliers de la province de Ouaddaï (tableau VII).

Tableau VII : Fréquences des différentes infrapopulations et infracommunautés observées au sein de la population d'étude

Infrapopulation + Infracommunauté	Localités			Echantillon Total	Statistiques		
	Ab (Ne=932)	Ch (Ne=206)	Ag(Ne=203)	Ne=1341	χ^2	ddl	P
	n ₁ (%)	n ₂ (%)	n ₃ (%)	Np (%)			
<i>S. haematobium</i>	168 (18,03) ^c	71(34,47) ^a	46(22,66) ^b	285(21,25)	27,53	2	0,0001
<i>A. lumbricoides</i>	13(1,39) ^c	8 (3,88) ^b	10(4,93) ^a	31(2,31)	11,87	2	0,004
<i>S. mansoni</i>	2 (0,21) ^c	15 (7,28) ^a	5 (2,46) ^b	22(1,64)	53,22	2	0,0001
<i>Ancylostoma</i> spp.	1 (0,11) ^c	1(0,49) ^b	3(1,48) ^a	5(0,37)	8,51	2	0,014
<i>A. lumbricoides</i> + <i>S. haematobium</i>	/	1(0,48)	/	1(0,24)	2,33	1	0,126
<i>A. lumbricoides</i> + <i>S. mansoni</i>	/	/	1(0,49)	1(0,24)	2,38	1	0,122
<i>Ancylostoma</i> spp. + <i>S. haematobium</i>	/	1(0,48)	/	1(0,24)	2,33	1	0,126
<i>S. haematobium</i> + <i>S. mansoni</i>	/	1(0,48)	/	1(0,24)	2,33	1	0,126

Ab : Abéché ; Ch : Chokoyan ; Ag : Abougoudam ; Ne : nombre d'élèves examinés ; Np : nombre total d'élèves parasités; n₁ : nombre d'élèves parasités de la localité d'Abéché ; n₂ : nombre d'élèves parasités de la localité de Chokoyan ; n₃ : nombre d'élèves parasités de la localité d'Abougoudam. Les pourcentages flanqués de lettres différentes sur la même ligne indiquent des différences statistiquement significatives (P < 0,05).

III.1.3 Caractérisation des associations parasitaires à l'aide des indices écologiques : associations entre espèces parasites

Dans cette étude, toutes les associations sont binaires. Le calcul de l'indice D de Dice a permis d'observer que toutes les associations interspécifiques sont très faibles (D ≤ 0,09), soit entre *Ascaris lumbricoides* x *Schistosoma mansoni* (D= 0,036), *Schistosoma haematobium* x *Ancylostoma* spp. (D= 0,0068), *Schistosoma haematobium* x *Ascaris lumbricoides* (0,0062) et *Schistosoma haematobium* x *Schistosoma mansoni* (D=0,0064).

Les valeurs calculées du coefficient tétrachorique ϕ se situent autour de 0, c'est-à-dire que les nombres de coïncidences ou occurrences des espèces répondent aux lois de hasard. Ainsi par le doublet *Schistosoma mansoni* x *Ascaris lumbricoides* $\phi = 0,017$; pour *Schistosoma haematobium* x *Ancylostoma* spp. $\phi = 0,0076$; pour *Schistosoma haematobium* x *Ascaris lumbricoides* $\phi = -0,06$; pour *Schistosoma haematobium* x *Schistosoma mansoni* $\phi = 0,60$ c'est dans ce dernier cas que la

cooccurrence de ces deux espèces s'écarte du hasard.

Du calcul de l'indice de Forbes F, il ressort que : 1) pour l'association *Schistosoma mansoni* x *Ascaris lumbricoides*, F= 1,82 et est apparu avec presque 2 fois plus de concordances positives que prévu par le hasard ; 2) celle entre *Schistosoma haematobium* x *Ancylostoma* spp. tend à apparaître selon les lois du hasard ; 3) les deux autres associations à savoir *Schistosoma haematobium* et *Ascaris lumbricoides* d'une part et, d'autre part, *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* montrent plus de 2 fois moins de coïncidences que prévu. Le tableau VIII ci-dessous récapitule les résultats du calcul des indices écologiques entre les associations des espèces parasites retrouvées au sein de notre population d'étude (tableau VIII).

Tableau VIII : niveau d'association binaire entre les schistosomes et les autres espèces parasites retrouvées au cours de cette étude

Association entre espèces parasites	Valeurs des indices écologiques		
	D	φ	F
<i>S. mansoni</i> x <i>A. lumbricoides</i>	0,036	0,017	1,82
<i>S. haematobium</i> x <i>Ancylostoma</i> spp.	0,0068	0,0076	0,78
<i>S. haematobium</i> x <i>A.lumbricoides</i>	0,0062	-0,06	0,15
<i>S. haematobium</i> x <i>S.mansoni</i>	0,0064	0,6	0,2

D : Coefficient de Dice ; F : indice de Forbes ; Chi carré ; φ : coefficient tétrachorique

III.1.4 Facteurs associés au monoparasitisme

En raison des effectifs très faibles des élèves ayant éliminé simultanément les œufs de deux espèces de parasites dans ce travail, la présente analyse ne considère que le monoparasitisme. De l'analyse de régression logistique faite, les variables tranche d'âges, milieu de vie et localités étaient significativement associées ($p < 0,05$) au risque d'infection par une espèce de parasite. En effet, les individus de la tranche d'âges 5 à 10 ans étaient en gros deux fois plus susceptibles d'être infectés par un parasite que ceux de la tranche d'âges 11 à 15 ans (ORa = 1,85 ; IC 95 % : 1,44-2,38 ; P = 0,000). Les écoliers vivant en zone urbaine étaient presque cinq fois moins susceptibles d'être infectés par une espèce parasite que ceux vivant dans la zone périurbaine (ORa = 0,21 ; CI à 95 % : 0,14-0,32 ; P = 0,000). De plus, les apprenants de la localité d'Abéché étaient à peu près deux fois plus susceptibles d'être infectés par une espèce d'helminthe que ceux d'Abougoudam (ORa = 1,89 ; IC à 95% : 1,35 - 2,65; P = 0,000). Quant aux enfants de l'école centre de Chokoyan, ils étaient deux fois moins

susceptibles d'être infectés par un parasite d'espèce d'helminthe que ceux de l'école centre d'Abougoudam (ORa= 0,54 ; IC à 95% : 0,36-0,81 ; p=0,03) (tableau IX).

Tableau IX : Résultat de l'analyse de régression logistique des cas du monoparasitisme et selon les différentes variables étudiées

variables	OR (brut) (IC95%)	P	OR(a) (IC95%)	p
Genres				
Féminin	1,172 (0,90-1,53)	0,237	0,853 (0,66-1,11)	0,237
masculin	1		1	
Tranches d'âges				
5 à10	0,54 (0,42-0,70)	0,000*	1,85 (1,44-2,38)	0,000*
11à15	1		1	
Milieu de vie				
urbain	0,213 (0,14-0,32)	0,000 *	0,213 (0,14-0,32)	0,000 *
périurbain	1		1	
Localités				
Abéché	1,56 (1,33-1,82)	0,000*	1,89 (1,35-2,65)	0,000*
Chokoyan	1,85 (1,23-2,76)	0,003*	0,54 (0,36- 0,81)	0,003*
Abougoudam	1		1	

OR brut: Odd ratio brut; ORa: Odd ratio ajusté.

III.1.5 Analyse épidémiologique du parasitisme des apprenants dans la province de Ouaddaï

Parmi les 1341 élèves composant notre échantillon total d'étude, quatre espèces parasites ont été retrouvées dans les trois localités ciblées. On peut noter que 339 élèves, soit 25,28%, ont hébergé chacun une seule espèce de parasite ; 4 autres écoliers, soit 0,30% ont éliminé chacun des œufs de deux espèces de parasites ; ainsi 998 élèves étaient indemnes des quatre espèces de parasites identifiées.

III.1.6 Taux d'infestation globaux

La schistosomiase à *Schistosoma haematobium* a été diagnostiquée chez 285 (28,61%) des 996 écoliers examinés, et la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* chez 22 (6,4%) des

345 participants examinés. En ce qui concerne les géohelminthiases, *Ascaris lumbricoides* a été mise en évidence chez 31 (9,0%) des 345 élèves examinés, et *Ancylostoma spp* chez 5 (1,45%) des 345 enfants examinés (figure 14).

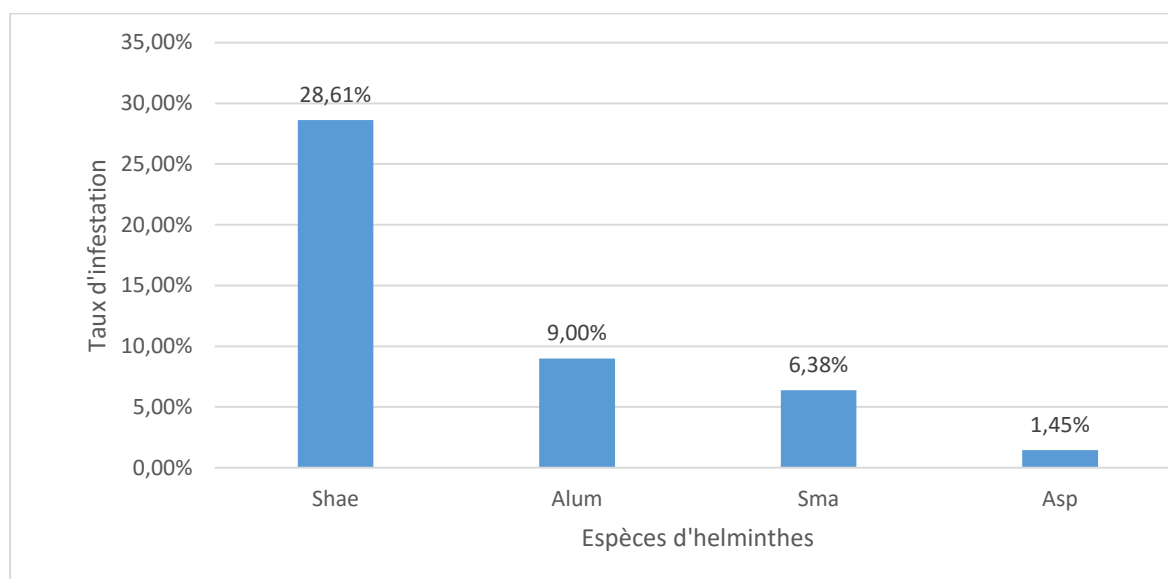


Figure 13 : Prévalences globales des espèces d’helminthes infestant les élèves de la province de Ouaddaï 2020-2022.

Légende : Shae : *Schistosoma haematobium* ; Alum : *Ascaris lumbricoides* ; Sma : *Schistosoma mansoni* ; Asp : *Ancylostoma spp*.

III.1.7 Taux d’infestations parasitaires par localité

III.1.7.1 Prévalences des schistosomiasis urinaire et intestinale dans les trois localités d’étude de la Province de Ouaddaï

Les trois localités d’étude étaient concernées par les schistosomiasis urinaire et intestinale mais à des proportions statistiquement différentes.

Concernant la schistosomiasis urinaire, des taux d’infestation modérés ont été trouvés à Abéché (23,24%) et à Abougoudam (32,86%), et une prévalence élevée ($Pr \geq 53,38\%$) dans la localité de Chokoyan, soit 53,38% ($\chi^2 = 51,41$; ddl=2. $p=0,0001$).

En ce qui concerne la schistosomiasis intestinale, les prévalences étaient faibles c’est-à-dire inférieures à 20% à Abougoudam et à Abéché mais cette prévalence était modérée à Chokoyan (20,55%). Quinze (15) enfants de la localité de Chokoyan étaient infestés (20,55%) comparés aux autres élèves d’Abougoudam, soit 5 (7,9%), et d’Abéché soit 2 (0,96%) ($\chi^2 = 35,09$; ddl= 2 ; $p= 0,0001$) (**figure 15**).

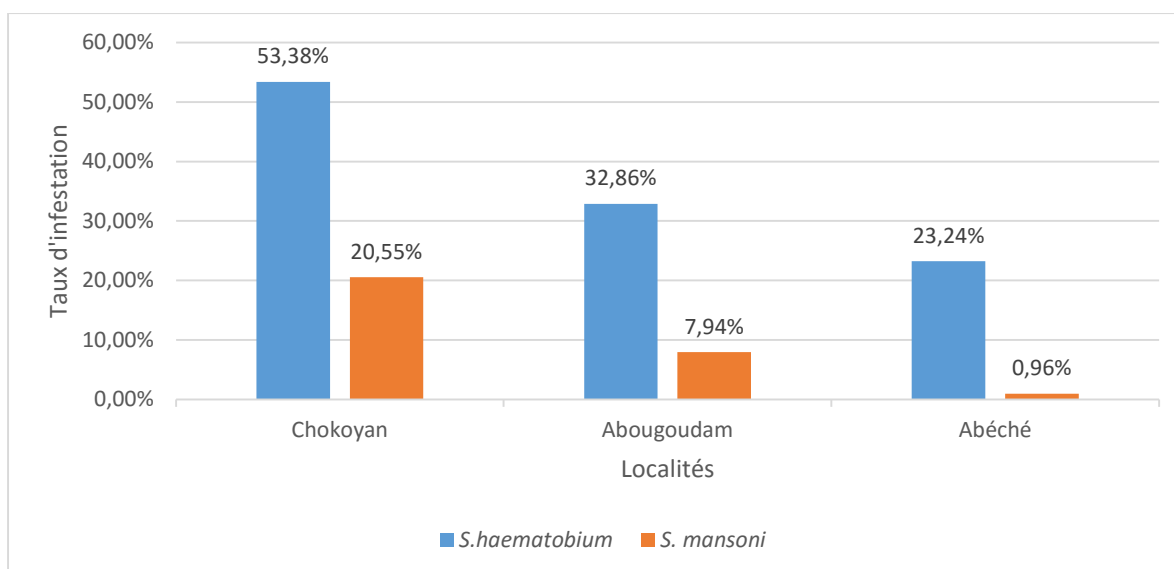


Figure 14 : Prévalences de la schistosomiase urinaire et intestinale dans les localités de la province Ouaddaï 2020-2022.

III.1.7.2 Géohelminthes parasites

Les taux d'infestations des géohelminthes parasites (*Ascaris lumbricoides* et *Ancylostoma* spp.) étaient faibles dans les trois localités de l'étude, c'est-à-dire inférieurs à 20%. De plus, les différentes proportions des participants atteints par ces deux espèces parasites étaient statistiquement significatives ($P < 0,05$) entre les localités. Les enfants d'Abéché étaient toujours proportionnellement moins parasités, alors que ceux d'Abougoudam et de Chokoyan étaient plus souvent atteints par *Ascaris lumbricoides* et *Ancylostoma* spp. (tableau X).

Tableau IX : prévalences des géohelminthes dans les trois localités de l'étude de la province de Ouaddaï.

Localités (Ne)	Espèces géohelminthes	
	<i>Ascaris lumbricoides</i> Np (%)	<i>Ancylostoma</i> spp. Np (%)
Abéché(209)	13 (6,2) ^a	1 (0,5) ^b
Abougoudam(63)	10 (15,9) ^a	3(4,8) ^a
Chokoyan (73)	08 (11,0) ^a	1(1,4) ^b
χ^2	5,95	6,22
ddl	2	2
p	0,05	0,04

Ne = nombre d'enfants examinés ; Np= nombre des enfants parasités. Dans la même colonne, les pourcentages flanqués des lettres différentes sont statistiquement différents ($p < 0,05$).

III.1.8 Taux d'infestations parasitaires par genre

III.1.8.1 Schistosomiases urinaire et intestinale

Au cours de ce travail et pour l'ensemble de l'échantillon d'étude, les prévalences de *Schistosoma haematobium* étaient de 29,32% chez les garçons et de 26,74% chez les filles et statistiquement comparables ($\chi^2 = 0,647$; ddl=1 ; P = 0,421). Les prévalences de *Schistosoma mansoni* étaient statistiquement différentes ($\chi^2 = 23,01$; ddl= 1 ; p= 0,0001) entre les genres avec une valeur élevée (14,39%) chez les filles contre 1,41% chez les garçons (figure 16).

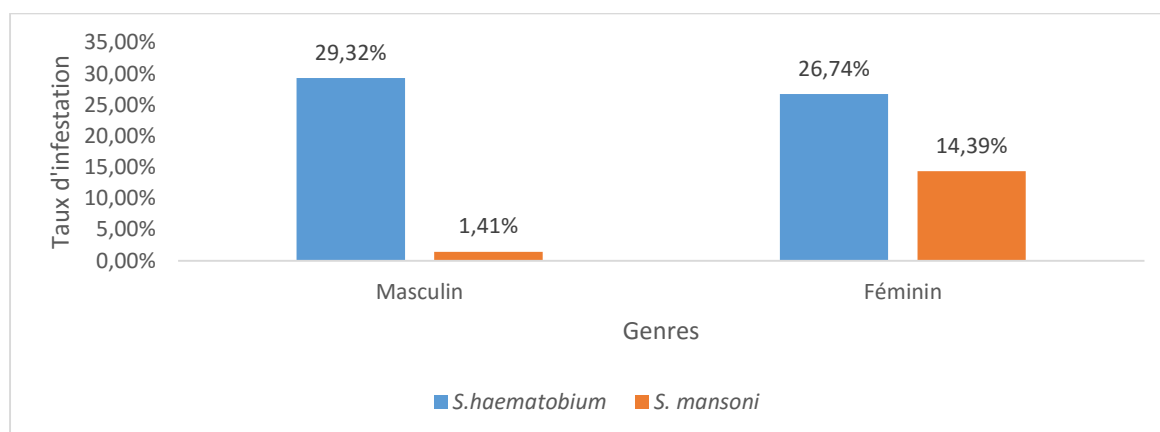


Figure 15 : taux d'infestations par *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* en fonction du genre dans la province du Ouaddaï.

III.1.8.2 Géohelminthes parasites

Au cours de ce travail et pour l'ensemble de l'échantillon d'étude, les prévalences chez les participants de *Ascaris lumbricoides* étaient statistiquement différentes entre les genres (p = 0,005), c'est-à-dire qu'elle était plus élevée chez les filles (14,39%) que chez les garçons (5,63%). En revanche, les prévalences d'*Ancylostoma* spp. étaient comparables (p = 0,65) entre les deux sous-groupes (tableau XI).

Tableau XI : taux d'infestations des géohelminthes par genre dans la province de Ouaddaï

Espèces parasites	Genres				χ^2	ddl	p
	Garçons (Ne =213)		Filles (Ne =132)				
	N _p	%	N _p	%			
<i>A. lumbricoides</i>	12	5,63 ^b	19	14,39 ^a	7,64	1	0,005
<i>Ancylostoma</i> spp.	04	1,88 ^a	01	0,76 ^a	2,09	1	0,65

Ne= nombre d'enfants examinés ; N_p= nombre d'élèves parasités ; Les pourcentages flanqués de la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement différents (P> 0,05).

III.1.9 Taux d'infestations des élèves par tranche d'âges dans la province de Ouaddaï

III.1.9.1 Schistosomiasis urinaire et intestinale

L'analyse des résultats montre que les écoliers de la tranche d'âges de 11 à 15 ans étaient significativement ($\chi^2 = 18,93$; ddl= 1 ; p=0,0001) plus concernés par la schistosomiasis urinaire (prévalence =34,32%) que ceux de la classe d'âges de 5 à 10 ans (prévalence = 21,81%). De même, les prévalences de *Schistosoma mansoni* ont significativement varié ($\chi^2 = 8,75$; ddl= 1 ; p=0,003) entre ces deux tranches d'âges ; la prévalence était plus faible, soit 2,38%, chez les plus jeunes participants donc de 5 à 10 ans, que 10,17% chez ceux de 11 à 15 ans (figure 17).

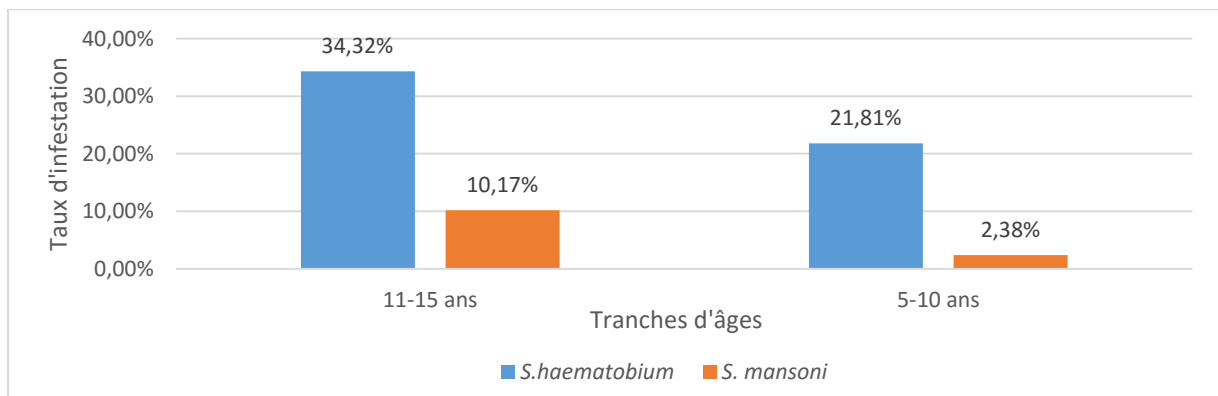


Figure 16 : taux d'infestations des élèves par *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* et par tranche d'âges dans la province de Ouaddaï.

III.1.9.2 Géohelminthes parasites

L'analyse des taux d'infestations des élèves de la province de Ouaddaï par les géohelminthes montre que les deux groupes d'âges étaient concernés par les deux espèces de parasites retrouvées lors de cette étude, et que leurs prévalences étaient similaires ($P > 0,05$) et toujours inférieures statistiquement à 10% (tableau XII).

Tableau XII : prévalence des géohelminthes par tranche d'âges dans la province de Ouaddaï.

Espèces parasites	Tranches d'âges				χ^2	ddl	P
	5 à 10 :		11 à 15 :				
	Ne=168	Ne=177	Ne=168	Ne=177			
<i>A. lumbricoides</i>	14 (8,33)	17 (9,60)	0,17	1	0,67		
<i>Ancylostoma</i> spp.	04 (2,38)	01 (0,56)	1,99	1	0,15		

Ne = nombre d'élèves examinés ; Np = nombre d'élèves parasités..

III.1.10 Taux d'infestations parasitaires par zone (milieu de vie) et par école

III.1.10.1 Schistosomiasis urinaire et intestinale

En zone périurbaine, 257 écoliers (34,13%) des 753 participants à l'étude ont éliminé des œufs de *Schistosoma haematobium*. Des taux d'infestation, non comparables ($p=0,0001$), modérés et élevés ont été trouvés lors de cette analyse. Des taux d'infestation modérés et similaires ($P > 0,05$) entre les localités d'Abougoudam (32,86%) et d'Abéché (29,17%) d'une part, et élevé dans la localité de Chokoyan (53,38%) et non comparables ($P < 0,05$) avec les deux autres localités d'autre part ont été relevés. Les établissements scolaires suivants de cette zone, à savoir : Djabaye (41,78%), Djatinié (33,33%), Kamina (31,82%), Kinine (21,28%) Renaissance (17,28%) et centre d'Abougoudam (32,86%) ont fourni des prévalences modérées de *Schistosoma haematobium*.

En milieu urbain, 28 apprenants (11,52%) sur 243 examinés ont excrété des œufs de *Schistosoma haematobium*. Des faibles prévalences de cette espèce parasite ont été trouvées chez les écoliers de Abouna Adam (3,03%), Boustane (3,51%) et Amitié (7,41%). Des prévalences modérées ont été enregistrés chez les élèves des écoles de la Gendarmerie (20,0%), Ben Rachid (19,51%) et Foyer (13,33%) ; ces prévalences ont significativement varié ($p = 0,024$) entre les écoles.

Les élèves de trois écoles sur les 13 retenues pour cette étude ont excrété des œufs de *Schistosoma mansoni* ; il s'est agi uniquement de ceux des établissements de la zone périurbaine. Ainsi les élèves de l'école du centre de Chokoyan étaient plus souvent infestés par *Schistosoma mansoni* ($Pr = 20,5\%$) que ceux de l'école du centre d'Abougoudam ($Pr = 7,9\%$) et de l'école de la Renaissance ($Pr = 2,41\%$). La différence de ces taux d'infestation est significative ($p = 0,0006$) mais notons que les prévalences obtenues pour l'école de la Renaissance (2,42%) et l'école du Centre d'Abougoudam (7,94%) étaient comparables ($P \geq 0,05$) (tableau XIII).

III.1.10.2 Géohelminthes parasites

Il est remarquable qu'aucun élève des établissements scolaires de la zone urbaine n'a éliminé des œufs des géohelminthes. En milieu périurbain, aucun élève de l'école Kamina n'a remis des échantillons des selles ; tous les apprenants examinés des écoles de Djatinié et Kinine se sont révélés indemnes de tout géohelminthe. Par ailleurs, les prévalences des écoliers d'Abougoudam (20,63%), de Chokoyan (12,33%), de Djabaye (12%) et de la Renaissance (13,25) sont apparues statiquement similaires ($p = 0,33$). Au niveau spécifique, les prévalences d'*Ascaris Lumbricoides* et d'*Ancylostoma* spp. n'ont pas varié entre les écoles concernées par chacune des deux espèces de parasites ($P > 0,05$) (tableau XIII).

Tableau XIII : prévalences de la *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* par zone et par école

Zones	Ecoles (Nu-Ns)	Prévalence de la schistosomiase urinaire ni (%)	Prévalence de la schistosomiase intestinale ni (%)
Périurbaine	Djabaye (146-25)	61(41,78) ^{ab}	/
	Djatinié (81-13)	27 (33,33) ^b	/
	Kamina (44-0)	14 (31,82) ^b	/
	Kinine (47- 10)	10 (21,28) ^b	/
	Renaissance (162-83)	28 (17,28) ^c	2(2,41) ^b
	Centre Abougoudam (140-63)	46 (32,86) ^b	5 (7,9) ^b
Valeur de p	Centre Chokoyan (13-73)	71(53,38) ^a	15 (20,5) ^a
		0,0001	0,0006
Urbaine	Abouna Adam (33-8)	1(3,03) ^b	/
	Amitié (27-14)	2 (7,41) ^a	/
	Ben Rachid (41-15)	8 (19,51) ^a	/
	Boustane (57-25)	2 (3,51) ^{ab}	/
	Foyer (30-9)	4 (13,33) ^a	/
	Gendarmerie (55-7)	11(20,00) ^a	/
Valeur de p		0,024	/

Nu : échantillon d'urine ; Ns : échantillon de selle ; ni : nombre des individus infestés ; la même lettre flanquée sur les pourcentages de la même colonne ne sont pas statistiquement différents (p>0,05).

Tableau XIV : prévalence des géohelminthes par zone et par école

Zone	Ecoles (Ne)	Elèves parasités np	Prévalences des géohelminthes	
			<i>A. Lumbricoides</i> np	<i>Ancylostoma</i> spp. n p
Périurbaine	Djabaye (25)	3 (12,00%)	3 (12,00%)	/
	Djatinié (13)	/	/	/
	Kamina (/)	/	/	/
	Kinine (10)	/	/	/
	Renaissance (83)	11 (13,25%) ^a	10 (12,05%) ^a	1 (1,20%) ^a
	Centre Abougoudam (63)	13 (20,63%) ^a	10 (15,87%) ^a	3 (4,76%) ^a
	Centre Chokoyan (73)	9 (12,33%) ^a	8 (10,96%) ^a	1 (1,4%) ^a
Urbaine	Valeur de p	0,33	0,84	0,29
	Abouna Adam (8)	/	/	/
	Amitié (14)	/	/	/
	Ben Rachid (15)	/	/	/
	Boustane (25)	/	/	/
	Foyer (9)	/	/	/
	Gendarmerie (7)	/	/	/

Ne : nombre d'enfants examinés par école ; np : nombre d'individus parasités par école ; les pourcentages flaqués de la même lettre sur la même colonne ne sont pas statistiquement différents (P > 0,05).

III.1.11 Taux d'infestations parasitaires par école

III.1.11.1 Schistosomiasis urinaire et intestinale

Dans les écoles des trois localités d'étude, les prévalences de la bilharziose urinaire ont été faibles ($< 10\%$), modérées ($10 \leq Pr < 50\%$) ou élevées ($\geq 50\%$). Dans l'ensemble, les prévalences ont été statistiquement différentes ($\chi^2 = 107,29$; ddl= 12 ; $p= 0,0001$). Des prévalences faibles de l'infection ont été trouvées dans trois écoles de la localité d'Abéché, à savoir par ordre décroissant : l'école de l'Amitié (7,41%), celle de Boustane (3,51%), et celle d'Abouna Adam (3,03%) ; ces trois valeurs sont apparues statistiquement comparables ($P>0,05$). La prévalence élevée, soit : 53,38%, n'a été trouvée que dans l'école du Centre de Chokoyan. Dans les 09 établissements restants, la prévalence de la schistosomiasis urinaire a été modérée et comprise entre 13,33% au Foyer et 41,78% à Djabaye. Ces prévalences modérées étaient aussi statistiquement égales. En ce qui concerne la schistosomiasis intestinale, les élèves de trois écoles ont été concernés par cette parasitose. Le taux d'infestation était modéré ($10\% \leq Pr = 20,55\% < 50\%$) dans l'école du centre de Chokoyan mais statistiquement plus élevé ($\chi^2 = 14,58$; ddl= 2 ; $p= 0,0006$) qu'à Abougoudam (7,94%) et Renaissance (2,41%) (figure 18).

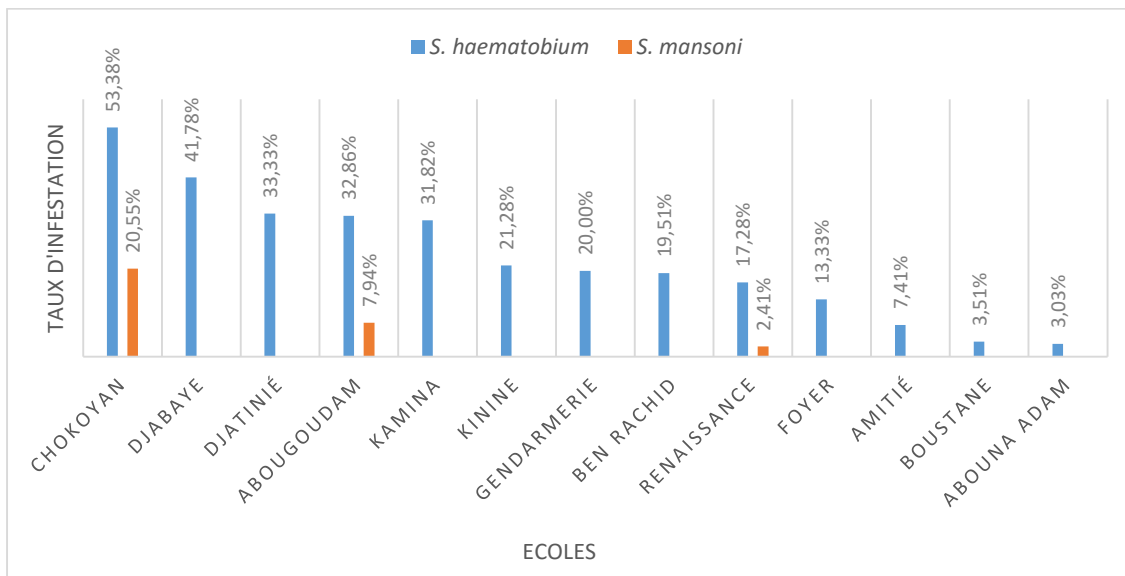


Figure 17 : prévalences d'infestations de *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni* par école.

III.1.11.2 Géohelminthes parasites

Sur les 13 écoles sélectionnées pour cette étude, les œufs des géohelminthes n'ont été retrouvés que dans les échantillons de selles des élèves de 4 établissements scolaires. Il s'est agi de 10 élèves (15,87%) sur 63 de l'école du Centre d'Abougoudam, 8 élèves (10,96%) sur 73 de l'école du Centre de Chokoyan, 3 enfants (12,00%) sur 25 de l'école Djabaye et 10 participants (12,05%) sur 83 de l'école de la Renaissance qui avaient excrété les œufs des *Ascaris lumbricoides*. Quant aux œufs d'*Ancylostoma* spp. ils n'ont été isolés que dans les

selles de 5 enfants : l'un fréquentant l'école de la Renaissance, un autre élève à l'Ecole du centre de Chokoyan, et 3 enfants inscrits à l'Ecole du centre d'Abougoudam. Pour les deux espèces de géohelminthes rencontrées, les prévalences ont été comparables ($P > 0,05$) entre écoles et faibles ($Pr < 20\%$) (tableau XV).

Tableau XV: prévalences des géohelminthes par école dans la province de Ouaddaï

Ecoles (N _e)	Espèces parasites	
	<i>A. lumbricoides</i> N _p (%)	<i>Ancylostoma</i> spp. N _p (%)
Centre Abog (63)	10 (15,87) ^a	3 (4,76) ^a
Abouna Adam (8)	/	/
Amitié (14)	/	/
Ben Rachid (15)	/	/
Boustane (25)	/	/
Centre Chok (73)	8 (10,96) ^a	1(1,37) ^a
Djabaye (25)	3 (12,00) ^a	/
Djatinié (13)	/	/
Foyer (9)	/	/
Gendarmerie (7)	/	/
Kamina (0)	/	/
Kinine (10)	/	/
Renaissance (83)	10 (12,05) ^a	1 (1,20) ^a
χ^2	0,59	2,44
ddl	3	2
P	0,84	0,29

Ne = nombre d'élèves examinés, Np = nombre d'élèves parasités ; Abog : Abougoudam ; Chok : Chokoyan. La même lettre flanquée sur la même colonne indique que la différence de proportions n'est pas statistiquement significative ($P > 0,05$).

III.1.12 Taux d'infestations en fonction des variables sociodémographiques

III.1.12.1 Cas des schistosomiasis

- **Schistosomiase urinaire**

Les enfants vivant au voisinage d'un cours d'eau ont été significativement ($p = 0,0001$) plus souvent porteurs des œufs de *Schistosoma haematobium* (8,03%) que ceux dont le domicile en était éloigné, soit 6,12%. La quasi-totalité des écoliers ont affirmé se baigner dans les marigots ; parmi eux 30,15% éliminaient des œufs de *Schistosoma haematobium* dans leurs urines.

De même, la proportion des enfants indiquant faire la lessive dans les marigots et éliminant les œufs de *Schistosoma haematobium*, soit 34,92%, a été statistiquement supérieure (p

= 0,0001) à celle de ceux affirmant ne pas recourir à cette pratique mais étant tout de même porteurs de *Schistosoma haematobium*, soit 12,72% (**tableau XVI**).

Tableau XIII : Analyse des facteurs de risque liés à la schistosomiase urinaire

Paramètres	Réponses	N _i (%)	N _p		P
				%	
Baignade dans les marigots	Oui	922(92,57)	278	30,15 ^a	0,001
	Non	74(7,43)	7	9,46 ^b	
Lessive, Vaisselle autour des marigots	Oui	713(71,59)	249	34,92 ^a	0,0001
	Non	283(28,41)	36	12,72 ^b	
Voisinage des cours d'eau	Oui	702(70,48)	267	3(8,03) ^a	0,0001
	Non	294(29,52)	18	(6,12) ^b	

Légende : N_i : nombre des élèves interviewés ; N_p : nombre des élèves porteurs de *S. haematobium* ; (%) : pourcentage .

- **Schistosomiase intestinale**

Une bonne proportion (5,13%) des enfants confirmant leur baignade aux marigots ont été testés positifs à l'examen parasitologique. Ce taux d'infection bien qu'inférieur à 9,01% de ceux infestés mais déclarant ne jamais prendre de bain au marigot pour éviter une "correction" parentale en reste comparable (p=0,17). Un pourcentage de 10,09% des enfants vivant au voisinage d'un cours d'eau ont été porteurs des œufs de *S. mansoni* contre 0% pour ceux dont le domicile était éloigné d'un cours d'eau. Un taux d'infection de 7,78% de porteurs de *Schistosoma mansoni* a été obtenu chez des élèves affirmant faire des lessives/vaisselle autour des points d'eaux ; ce pourcentage est relativement (p = 0,06) supérieur à 2,27% correspondant à celui des enfants qui ont déclaré n'avoir jamais effectué des lessives au tour des points d'eaux mais étant infestés (tableau XVII).

Tableau XIVII : Analyse des facteurs de risque liés à la schistosomiase intestinale

Paramètres	Réponses	N _i (%)	N _p	(%)	P
	Non	111(32,17)	10	(9,01) ^a	
Lessive, Vaisselle dans des cours d'eau	Oui	257(74,49)	20	(7,78) ^a	0,06
	Non	88(25,51)	2	(2,27) ^a	
Habitation au voisinage des cours d'eau	Oui	222(64,35)	22	(10,09)	/
	Non	123(35,65)	0	(0,00)	

Légende : N_i : nombre des élèves interviewés ; N_p : nombre des élèves porteurs des œufs d'helminthes ; (%) : pourcentage, la même lettre flanquée sur les pourcentages n'est pas statistiquement significatives (P>0,05).

III.1.12.2 Cas des géohelminthiases

- *Ascaris lumbricoïdes*

Parmi les écoliers ayant déclaré évacuer leurs excréta dans la nature (103), une bonne proportion (15,53%) a excrété des œufs d'ascaris et beaucoup plus ($p = 0,007$) que ceux qui avaient des latrines dans leur domicile (6,20%). Parmi les élèves dont l'eau de boisson était celle des puits (84), 26 (30,95%) ont éliminé des œufs d'ascaris dans leurs selles. Cette proportion est nettement ($p = 0,0001$) supérieure à celle (3,05%) des participants ayant déclaré consommer de l'eau de forages et qui ont excrété des œufs d'ascaris. Aucun écolier consommant de l'eau de robinet n'a été infesté par *Ascaris lumbricoïdes*. Seuls 4,42% des enfants pratiquant le lavage des mains avec du savon après avoir fait les selles ont été concernés par l'infestation par *A. lumbricoïdes* alors que 11,21% de ceux déclarant ne pas pratiquer le lavage de mains après les selles étaient porteurs de l'infection. Par ailleurs, 12,79% des enfants cohabitant avec des animaux domestiques se sont révélés positifs du parasitisme par *Ascaris lumbricoïdes* contre seulement 5,2% de ceux n'ayant pas d'animaux à leur proximité au quotidien. Aussi, 2,36% des participants à cette enquête et consommant des eaux stockées dans les fûts et canaris étaient porteurs d'œufs d'*Ascaris lumbricoïdes* ; cette proportion est comparable ($P \geq 0,05$) à 3,23% qui représente la prévalence de l'ascaridiose chez les écoliers buvant une eau stockée dans les fûts. Cette analyse montre que la consommation des eaux de boisson stockée dans des jarres et canaris a conduit à un taux d'infestation par *Ascaris lumbricoïdes* de 14,44% qui est largement supérieur ($p < 0,05$) aux deux valeurs ci-dessus rendues (tableau XVIII).

Tableau XVIII : taux d'infestation par *Ascaris lumbricoïdes* en tenant compte du niveau d'hygiène générale des participants

Paramètres	Réponses	(Ni %)	Np	(%)	χ^2	ddl	p
Mode d'évacuation des excréta dans	Latrines	242(70,14)	15	(6,20) ^b	7,70	1	0,007
	Dans la nature	103(29,86)	16	(15,53) ^a			
Lavage des mains avec du savon après les selles	Oui	113(32,75)	5	(4,42) ^b	4,27	1	0,038
	Non	232(67,25)	26	(11,21) ^a			
Présence des animaux domestiques à la maison	Oui	172(49,86)	22	(12,79) ^a	6,07	1	0,013
	Non	173(50,14)	9	(5,20)			
Eau de boisson	Puits	84(24,35)	26	(30,95) ^a	66,21	2	0,0001
	Forages	164(47,54)	5	(3,05) ^b			
	Robinet	97(28,11)	0	(0,00) ^c			
Mode de stockage de l'eau de boisson	Jarres et canaris	187(54,20)	27	(14,44) ^a	14,87	2	0,0008
	Fûts et canaris	127(36,81)	3	(2,36) ^b			
	Fûts	31(8,99)	1	(3,23) ^b			

Légende : N_i : nombre total des élèves interviewés ; N_p : nombre des élèves excréteurs des œufs des ascaris ; (%) : pourcentage. Dans la même colonne, la même lettre flanquée sur les pourcentages n'est pas statistiquement significatives ($P>0,05$).

- ***Ancylostoma* spp.**

Les écoliers ayant déclaré porter des chaussures fermées n'ont pas excrété les œufs des *Ancylostoma* spp. alors que 2,22% des enfants qui ne portaient que des chaussures ouvertes ont émis ces œufs. Ces formes d'élimination de ce taxon ont été retrouvées chez 2,91% des participants à l'étude et vivant en promiscuité avec du bétail domestique. Par contre, aucun élève vivant loin des animaux domestiques n'a excrété des œufs d'ankylostomes (Tableau XIX).

Tableau XIX : Taux d'infestation par *Ancylostoma* spp. en tenant compte du niveau d'hygiène générale des participants

Paramètres	Réponses			
		N_i (%)	N_p	(%)
Port de chaussures fermées	Oui	120(34,78)	0	(0,00)
	Non	225(65,22)	5	(2,22)
Présence des animaux domestiques à la maison	Oui	172(49,86)	5	(2,91)
	Non	173(50,14)	0	(0,00)

Légende : N_i : nombre total des élèves interviewés ; N_p : nombre des élèves porteurs des ankylostomes ; (%) : pourcentage.

III.1.13. Estimation du degré d'infestation parasitaire

Dans cette partie du travail, nous avons évalué les charges ovulaires (nombre d'œufs par gramme de fèces en abrégé OPG) des trois espèces d'helminthes intestinaux.

III.1.13.1 Charges ovulaires des helminthes intestinaux par localité

Dans les trois localités, les charges ovulaires moyennes des trois helminthes étaient toutes légères, cependant les charges ovulaires moyennes d'*Ancylostoma* spp. étaient identiques et égales à 24. Les charges ovulaires moyennes de *S. mansoni* étaient de 24 à Abéché, $27,56 \pm 10,73$ à Abougoudam, $26,32 \pm 8,44$ à Chokoyan, et statistiquement comparables ($p = 0,18$). Par contre, ces charges ovulaires moyennes de *A. lumbricoides* étaient de $33,04 \pm 12,45$ à Abéché, $63,33 \pm 24,78$ à Abougoudam, $46,30 \pm 12,82$ à Chokoyan, et dans l'ensemble statistiquement différentes ($p = 0,005$) mais les \overline{OPG} de *A. lumbricoides* étaient similaires entre les élèves d'Abéché et de Chokoyan (tableau XX).

III.1.13.2 Charges ovulaires par tranche d'âges au cours de notre étude

Dans les deux tranches d'âges, les charges ovulaires individuelles des trois helminthes étaient toutes légères ; cependant celles d'*Ancylostoma* spp. étaient identiques et égales à 24.

Pour *Schistosoma mansoni*, les charges ovulaires moyennes n'ont pas varié entre les deux tranches d'âges ($p = 0,47$), soit $28,54 \pm 12$ (5-10 ans) contre $25,92 \pm 7,76$ (11-15 ans). En

revanche, pour *Ascaris lumbricoides*, les OPG moyennes entre les deux groupes : soit $36,71 \pm 15,2$ (5-10 ans) contre $52,07 \pm 23,91$ (11-15 ans) ont été statistiquement différents ($P=0,03$) (tableau XXI).

III.1.13.3 Charges ovulaires parasitaires en fonction du genre

Dans les deux genres, les charges ovulaires individuelles des trois helminthes étaient toutes légères ; celles d'*Ancylostoma* spp. étaient identiques et égales à 24.

Pour *Schistosoma mansoni*, les charges ovulaires moyennes entre les deux genres, soit $25,81 \pm 7,56$ chez les filles contre $30,23 \pm 13,85$ chez les garçons, n'ont pas statistiquement varié ($p = 0,29$). Par contre en ce qui concerne *Ascaris lumbricoides*, l'OPG moyen chez les filles, soit $50,85 \pm 24,07$, a été plus élevé ($P = 0,03$) que chez les garçons, soit $35,95 \pm 12,35$ (tableau XXII).

III.1.13.4 Charges ovulaires parasitaires en fonction des écoles (XXIII)

Les enfants de toutes les écoles ont des charges ovulaires moyennes légères pour les trois helminthes ; cependant les charges ovulaires individuelles d'*Ancylostoma* spp. ont été identiques et toujours égales 24. Pour *Schistosoma mansoni*, les charges ovulaires moyennes des élèves des écoles concernées par l'infestation, soit 24 pour ceux de l'école de la Renaissance, $26,32 \pm 8,44$ pour ceux de l'école du centre de Chokoyan et $27,57 \pm 10,73$ pour ceux de l'école du centre d'Abougoudam n'ont pas statistiquement varié ($p = 0,18$). En revanche, pour *Ascaris lumbricoides*, les charges ovulaires moyennes des élèves des différentes écoles ont statistiquement varié ($p = 0,013$). En outre, (1) les charges ovulaires moyennes des élèves des trois écoles suivantes : école Djabaye, soit $38,09 \pm 13,85$, école de la Renaissance, soit $31,66 \pm 12,39$ et école du centre de Chokoyan, soit $46,30 \pm 12,82$, ont été comparables ($p > 0,05$) ; (2) l' \overline{OPG} chez les apprenants de l'école du centre d'Abougoudam, soit $63,33 \pm 24,78$, a été bien plus élevée que pour les élèves de chacune des autres écoles.

Tableau XX : Charges ovulaires parasitaires en fonction des localités

Espèces parasites	Abéché (Ne=209)			Abougoudam (Ne=63)			Chokoyan (Ne=73)			P
	Np ;Variations	\overline{OPG}	Ecart-type	Np ;Variations	\overline{OPG}	Ecart-type	Np ;Variations	\overline{OPG}	Ecart type	
<i>Sma</i>	2 ; 24-24	24 ^a	0,00	5 ; 24-48	27,56 ^a	±10,73	15 ; 24-48	26,32 ^a	±8,44	0,18
<i>Alum</i>	13 ; 24-48	33,04 ^b	±12,45	10, 48-96	63,33 ^a	±24,78	8 ; 24-72	46,30 ^{ab}	±12,82	0,005
<i>Asp</i>	1, 24	24	0,00	3 ; 24-24	24	0,00	1 ; 24	24	0,00	/

\overline{OPG} : Moyenne géométrique des œufs ; les moyennes géométriques flanquées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement significatives ($P>0,05$) : *Sma*= *S. mansoni* ; *Alum* : *Ascaris lumbricoides* ; *Asp* : *Ancylostoma* spp ; Ne : nombre d'élèves examinés ; Np : nombre d'élèves parasités.

Tableau XXI : Charges ovulaires parasitaires en fonction des tranches d'âges

Espèces parasites	5-10 ans (Ne=168)			11-15 ans (Ne=177)			P
	Np ;Variations	\overline{OPG}	Ecart type	Np ;Variations	\overline{OPG}	Ecart type	
<i>Sma</i>	4 ; 24-48	28,54 ^a	±12	18 ; 24-48	25,92 ^a	±7,76	0,47
<i>Alum</i>	14 ; 24-72	36,71 ^b	±15,2	17 ; 24-96	52,07 ^a	±23,91	0,03
<i>Asp</i>	4 ; 24-24	24	/	1 ; 24	24	/	/

\overline{OPG} : Moyenne géométrique des œufs ; les moyennes géométriques flanquées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement significatives ($P>0,05$) ; *Sma*= *S. mansoni* ; *Alum* : *Ascaris lumbricoides* ; *Asp* : *Ancylostoma* spp ; Ne : nombre d'élèves examinés ; Np : nombre d'élèves parasités.

Tableau XXII : Charges ovulaires parasitaires par genre

Espèces parasites	Filles (Ne=132)			Garçons (Ne=213)			P	
	Np	Variations	OPG	Ecarttype	Np ;Variations	OPG		Ecarttype
<i>Sma</i>	19	; 24 – 48	25,81 ^a	±7,56	3 ; 24 – 48	30,23 ^a	±13,85	0,29
<i>Alum</i>	19	; 24 – 96	50,85 ^a	±24,07	12 ; 24 – 48	35,95 ^b	±12,35	0,03
<i>Asp</i>	1	; 24	24	/	4 ; 24-24	24	/	/

OPG : Moyenne géométrique des œufs ; les moyennes géométriques flanquées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement significatives ($P > 0,05$) *Sma* = *Schistosoma mansoni* ; *Alum* : *Ascaris lumbricoides* ; *Asp* : *Ancylostoma* spp ; Ne : nombre d'élèves examinés ; Np : nombre d'élèves parasités

III.1.14 Relation entre le niveau de la microhématurie et l'infestation à *Schistosoma haematobium*

Dans cette étude, sur 996 écoliers examinés, 711 (71,39%) n'émettaient pas d'œufs de *Schistosoma haematobium* contre 285 (28,61%) qui étaient infestés par ce parasite. La prévalence de cette espèce a été de 56,63 % lorsque les mêmes échantillons d'urines étaient diagnostiqués avec la méthode de bandelettes réactives.

Dans les deux sous-groupes, la microhématurie a été observée chez 40,08% des non émetteurs d'œufs de *Schistosoma haematobium* contre 97,90% des émetteurs œufs. Le taux de microhématurie a progressivement diminué d'intensité dans le premier sous-groupe alors qu'il a rapidement augmenté pour être moyen ou élevé chez 92,99% des écoliers diagnostiqués positifs à l'infection. (tableau XXIV)

Tableau XXIII : Charges ovulaires parasitaires en fonction des écoles

Espèces parasites	Renaissance (Ne=83)			Djabaye (Ne=25)			Chokoyan (Ne=73)			Abougoudam (Ne=63)			P
	Np ; variations	OPG	Ecart type	Np ; variations	OPG	Ecart type	Np ; variations	OPG	Ecart type	Np ; variations	OPG	Ecart type	
<i>Sma</i>	2 ; 24	24 ^a	0,00	/	/	/	15 ; 24-48	26,32 ^a	±8,44	5 ; 24-48	27,57 ^a	±10,73	0,18
<i>Alum</i>	10 ; 24-48	31,66 ^b	±12,39	3 ; 24-48	38,09 ^{ab}	±13,85	8 ; 24-72	46,30 ^{ab}	±12,82	10 ; 48-96	63,33 ^a	±24,78	0,013
<i>Asp</i>	1 ; 24	24	0,00	/	/	/	1 ; 24	24	0,00	3 ; 24	24	/	/

OPG : Moyenne géométrique des œufs ; les moyennes géométriques flanquées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas statistiquement significatives (P>0,05) Sma= *S. mansoni* ; Alum : *Ascaris lumbricoides* ; Asp : *Ancylostoma* spp ; Ne : nombre d'élèves examinés ; Np : nombre d'élèves parasités.

Tableau XVI: Relation entre le niveau de la microhématurie et l'infestation à *S. haematobium*

Lecture d'urine	microscopique	Nombre d'enfants examinés	Niveaux de la microhématurie					P
			Nulle	Trace	H+	H++	H+++	
			n _p (%)	n _p (%)	n _p (%)	n _p (%)	n _p (%)	
Absence d'œufs de <i>S. haematobium</i>		711	426(59,92) ^a	128(18,0) ^b	78(10,97) ^c	59(8,30) ^c	20(2,81) ^d	0,0001
Présence d'œufs de <i>S. haematobium</i>		285	6(2,11) ^c	4(1,40) ^c	10(3,51) ^c	53(18,60) ^b	212(74,39) ^a	0,0001

N : nombre d'enfants examinés ; n_p : nombre d'élèves positifs aux bandelettes réactives

H+ : faible hématurie ; H++ : hématurie moyenne ; H+++ : forte hématurie ; les pourcentages flanqués des différentes lettres en ligne sont statistiquement différents (P < 0,05).

III.2 Discussion

Notre travail avait pour objectif principal d'étudier l'épidémiologie de la schistosomiase et des géohelminthiases chez les enfants scolarisés de la province de Ouaddaï au Tchad.

Dans la présente étude, les sujets du genre masculin représentaient 69,87% (937) de l'échantillon total et ceux du genre féminin 30,13% (404). Ainsi, la sex-ratio était biaisée en faveur du genre masculin. Ces pourcentages sont comparables à ceux relevés dans plusieurs travaux antérieurs. Ainsi : au Tchad, l'échantillon de Hamit *et al.* (2020) est composé de 63,10% des garçons contre 36,9% des filles ; au Maroc, El-Moustapha & El-kettani (2006) ont obtenu des proportions respectives de 52,8% et 47,2% ; au Cameroun, Sumbele *et al.* (2021) indiquent que ces pourcentages étaient respectivement de 53,4% et 46,6%. D'autres études ont montré plutôt une prédominance de la contribution féminine. C'est le cas : au Mali, de l'échantillon de Bintou *et al.* (2019) composé de 41,90% de garçons contre 58,10% de filles ; au Bénin de celui de Ibikounlé *et al.* (2014) avec respectivement 48,52% de garçons contre 51,48% de filles ; au Burkina de celui de Bagayan *et al.* (2014) avec 49,23% de garçons et de 50,77% de filles ; au Nigeria de celui de Chikwendu *et al.* (2022) avec 42% de garçons et 58% de filles.

La situation au Tchad peut relever du fait que le taux de filles inscrites à l'école en 2015 était de 43% contre 65,6% pour les garçons (MINFOPTÉ, 2015) ; de plus, on observe que les filles sont plus réticentes, surtout dans les classes mixtes, pour remettre un échantillon biologique.

La localité d'Abéché a rendu le nombre le plus élevé de participants, c'est-à-dire 932 élèves, soit 69,50% de notre échantillon total d'étude, contre 206 écoliers, soit 15,36%, et 203 participants, soit 15,14%, respectivement pour les localités de Chokoyan et d'Abougoudam. La forte participation des élèves d'Abéché est surtout due au plus grand nombre d'établissements scolaires (11) retenus dans notre enquête et du fait que Abéché est la métropole et la ville la plus peuplée de l'Est du Tchad (INSEED/RGPH2, 2012). Au total 1341 échantillons, soit 345 de selles et 996 d'urines, nous ont été remis par les écoliers des trois localités ; de façon précise, 140 élèves ont donné chacun un échantillon de selles et un autre d'urines. Ce nombre d'échantillon, qui est 3,49 fois supérieur à la taille de l'échantillon estimée par le calcul, soit 384 individus, conforte nos résultats. Des effectifs similaires ont été utilisés par exemple : au Tchad où 1443 élèves ont été enrôlés par Kemba *et al.* (2022) pour les deux zones sahélienne et soudanienne ; au Bénin où Ibikounlé *et al.* (2014) ont retenus 1344 écoliers. Le nombre d'élèves examinés dans notre travail est largement supérieur à 333 élèves considérés par Hamit *et al.* (2020) à Ndjamen, et à 258 participants sélectionnés par Moser *et*

al. (2022) à Ounianga dans le désert du pays. Par contre, il est plus faible que 11.832 sujets examinés par Visclosky *et al.* (2022) à Salamat, dans une zone soudanienne tchadienne.

III.2.1 Taux d'infestation globale des helminthiases et des schistosomiases

- **Infestation globale**

Au cours de ce travail, au total l'infestation par quatre (4) espèces parasites, dont deux (2) nématodes (*Ascaris lumbricoides* et *Ancylostoma* spp.) et deux trématodes (*Schistosoma haematobium* et de *Schistosoma mansoni*) ont été identifiées chez les élèves de la province du Ouaddaï (tableau VI). Cette richesse parasitaire est supérieure aux données de Hamit *et al.* (2013), qui ont recensé une seule espèce d'helminthe intestinal (*Ascaris lumbricoides*) parmi les deux espèces retrouvées dans la présente étude.

Au cours de ce travail, 343 apprenants parmi les 1341 enrôlés se sont révélés porteurs d'au moins un taxon parasite, soit un taux d'infestation global de 25,58%. Ce pourcentage est inférieur à : 38,6% obtenus par Hamit *et al.* (2013) chez les élèves de la ville d'Abéché ; 47,29% dans la population vivant autour des lacs de Ounianga de la zone saharienne tchadienne (Moser *et al.*, 2022) ; 35,87% obtenue chez les élèves des zones soudanienne et sahélienne (Kemba *et al.*, 2022).

Dans d'autres pays, certains auteurs ont aussi rapporté des prévalences supérieures au nôtre. Ce sont notamment Young *et al.* (2019) dans l'État du Nil Blanc au Soudan, et Enoka *et al.* (2022) dans la ville de Bokito au Cameroun avec des valeurs respectives de 36,3% et 74,6%.

En revanche, d'autres auteurs ont plutôt trouvé des prévalences inférieures au nôtre. C'est le cas de : Dawaki *et al.* (2016) concernant les communautés hausa de l'Etat de Kano au Nigeria, Seid *et al.* (2017) dans une école primaire en Tanzanie, M'Bra *et al.* (2018) dans une zone urbaine du nord de la Côte d'Ivoire, avec des valeurs respectives de 17,8% ; 15,8% et 1,9%.

Cependant notre résultat ne s'écarte guère des travaux menés au Cameroun par Lehman *et al.* (2012) et au Gabon par Dejon *et al.* (2020) ; ces auteurs ont respectivement obtenu des prévalences globales de 26,6% et 26%.

Ces variations de la richesse spécifique parasitaire et de prévalence globale entre les différents travaux relèveraient de l'hétérogénéité des conditions éco-climatiques (Brooker *et al.*, 2006 ; Bordes & Morand, 2011) et sociodémographiques (Brooker *et al.* ; 2006).

- **Infestation par *Schistosoma haematobium***

Deux formes de schistosomiases humaines ont été trouvées dans la province de Ouaddaï, à l'Est du Tchad ; la schistosomiase urinaire à *Schistosoma haematobium* et la schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni* ont été diagnostiquées, avec des prévalences respectivement de 28,61% et 6,38% (figure 14). Concernant la mise en évidence de la schistosomiase à *Schistosoma haematobium*, et à notre connaissance, ce travail est le premier du genre dans la province de Ouaddaï. La prévalence de cette affection est proche de ce qu'ont rapporté : Hamit *et al.* (2020), soit 26,24%, chez les enfants scolarisés de la ville de N'djaména en zone sahélienne ; Lalaye *et al.* (2021), soit 24,9%, dans les populations de Torrock et Rong, en zone sahélo-soudanienne ; Ibikounlé *et al.* (2014), soit 29,40%, dans la commune de Péhunco au Nord du Bénin. Cette prévalence est plutôt inférieure aux données de : Green *et al.* (2021) et Sumbele *et al.* (2021), soit respectivement 31,5% et 32,6%, dans le Sud-Ouest Cameroun ; Vislosky *et al.* (2022), soit 55%, dans la province de Salamat et Moser *et al.* (2022), soit 39,22%, dans la population vivant autour des lacs d'Ounianga au Sahara tchadien ; Young *et al.* (2019), soit 35,6%, au Soudan.

D'autres auteurs ont rapporté des prévalences nettement plus faibles que celle du présent travail ; il s'agit par exemple de : Joof *et al.* (2012), soit 10,2%, en Gambie ; Dangoni *et al.* (2015), soit 5,83%, dans l'arrondissement de Taïbong-Dziguilao au Cameroun ; Hajissa *et al.* (2018), soit 12,9 %, au Soudan et Senkwe *et al.* (2022), soit 3,7 % au Sud du Soudan ; Ndukwe *et al.* (2019), soit 2,9 %, à Anambra au Nigeria et Opara *et al.* (2021b), soit 13,7 %, au Sud du Nigeria ; Assaré *et al.* (2020), soit 2,6%, en Côte d'Ivoire.

Une fois de plus, nous pensons que ces différences de prévalences susénumérées dépendent de celles de conditions éco-climatiques et socio-démographiques.

Notre étude a montré (figure 16) des niveaux de prévalence de *Schistosoma haematobium* comparables entre les garçons (29,32%) et les filles (26,74 %). Certains auteurs aussi n'ont trouvé aucune association de la schistosomose urinaire avec le sexe de l'hôte notamment ; c'est le cas de : Moser *et al.* (2022) dans une population vivant autour des lacs d'Ounianga au Sahara Tchadien ; Ibikounlé *et al.* (2013) dans des zones lacustres de la commune de So-Ava, au sud du Bénin, et Bintou *et al.* (2019) au Mali. D'autres études, par contre, affirment qu'il existe une association entre la schistosomiase urinaire et le genre humain, c'est le cas de Hamit *et al.* (2020) dans la localité de N'Djaména et Lalaye *et al.* (2021) dans les populations de Torrock et Rong en zone sahélo-soudanienne tchadienne, Njunda *et al.* (2014) et Saotoing *et al.* (2019) au Cameroun, Bagayan *et al.* (2014) dans un milieu périurbain de Ouagadougou au Burkina

Faso, et Faith *et al.* (2021) dans la ville d'Owena au Nigeria. L'absence de disparité au niveau de la présence de *Schistosoma haematobium* entre genres masculin et féminin pourrait, dans la présente étude, être expliquée par le fait que les élèves filles et garçons, à l'école donc loin des domiciles familiaux, auraient les mêmes fréquentations vis-à-vis des eaux temporaires dans la province du Ouaddaï.

Notons que dans la littérature, la schistosomiase urinaire est souvent plus diagnostiquée chez les garçons/hommes que chez les filles/femmes (Sellin *et al.* 1983 et 1986 ; Poda *et al.* 2001). Ce constat serait lié à la mobilité des jeunes garçons vers les points d'eau dans lesquels ils passent la majeure partie de leur temps à se récréer, augmentant les risques d'infection car ces contacts se font pendant les heures chaudes de la journée lorsque les densités cercariennes et les surfaces corporelles exposées sont maximales (Poda *et al.* 2004). En effet, les garçons sont souvent plus libres que les filles qui, elles, sont occupées par les mères aux charges ménagères (Sellin *et al.* 1983 et 1986 ; Poda *et al.* 2001) et ont moins de risque d'infection. Bien que la prévalence de *Schistosoma haematobium* était modérée à Abéché et à Abougoudam mais élevée à Chokoyan (figure 15), notons que les 13 établissements scolaires étaient tous concernés par la schistosomiase urinaire (figure 18). L'analyse des résultats a montré dans la localité d'Abéché : 1- des prévalences faibles et comparables entre les écoles d'Abouna Adam, Boustane, Amitié ; 2- des prévalences modérés et comparables entre les écoles Djabaye, Djatinié, Ecole centre d'Abougoudam, Kamina, Kinine pour la zone périurbaine, Gendarmerie et Ben Rachid pour la zone urbaine ; 3- que seule l'école du centre de Chokoyan de la zone périurbaine a rendu une prévalence élevée.

Ainsi les enfants scolarisés de la localité de Chokoyan étaient le plus souvent infestés par *Schistosoma haematobium* probablement en raison de la présence, dans cet environnement, d'un grand marigot situé à proximité de l'école. Ce marigot servait de véritable lieu de récréation aux élèves, surtout lors des périodes chaudes de l'année (observation personnelle) ; il contribuerait donc à augmenter les risques de transmission de la schistosomiase.

L'analyse de nos résultats a aussi montré que les écoliers de la tranche d'âges des 11 à 15 ans étaient significativement plus concernés ($p=0,0001$) par cette parasitose (prévalence = 34,32%) que ceux de la classe d'âges de 5 à 10 ans (prévalence = 21,81%) comme l'illustre la (figure 17). Ce résultat corrobore ceux d'Amollo *et al.* (2013) au sud du Kenya, N'Gbesso *et al.* (2017) au sud de la Côte d'Ivoire ; il contraste cependant avec ceux de : Bagayan *et al.* (2016), au Burkina Faso, qui ont plutôt montré que la schistosomiase urinaire touche au même niveau les enfants de tous âges ; Sulieman *et al.* (2017) qui n'ont trouvé aucune différence

significative de prévalences de *Schistosoma haematobium* entre les enfants de deux groupes d'âges dans un village de l'Etat de Nil au Soudan.

D'autres auteurs indiquent que les plus jeunes enfants (tranche d'âges 5 à 10 ans) sont plus souvent touchés par la schistosomiase urinaire ; c'est le cas de Faith *et al.* (2021) dans la ville d'Owena de l'État d'Ondo et d'Opara *et al.* (2021b) au Sud au Nigeria. Dans notre cas, nous partageons l'idée de Poda *et al.* (2004) que le faible taux d'infestation des jeunes enfants (5-10 ans) peut s'expliquer par le fait qu'ils subissent une pression parentale et ne peuvent pas passer de longs moments dans les points d'eaux à risque d'infection voire de noyade.

Au cours de cette étude, deux méthodes d'analyse (diagnostic) ont été utilisées pour évaluer la prévalence de la schistosomiase urogénitale chez les écoliers de la province de Ouaddaï. Dans l'ensemble, le test de bandelette réactive d'analyse d'urine a donné des résultats positifs plus élevés (56,63 %) que la méthode de la concentration d'urine (28,61 %) (Paragraphe III.I.14). Dans la littérature, une performance plus élevée du test de bandelette réactive a aussi été notée en Tanzanie par French *et al.* (2007), au Nigeria par Ugbomoiko *et al.* (2009) et Babatunde *et al.* (2013), en Ethiopie par Deribew *et al.* (2022). Par contre, Morenikeji *et al.* (2014) au Nigeria ont obtenu des résultats comparables entre les deux méthodes. Au vu de ces disparités, il serait important pour comparer des résultats d'analyses de prévalences en tenant compte des techniques utilisées.

- **Infestation par *Schistosoma mansoni***

Dans la littérature, l'espèce *Schistosoma mansoni*, responsable de la schistosomiase intestinale a une aire de répartition moins étendue que pour celle de *Schistosoma haematobium*, en raison de la distribution limitée de son hôte intermédiaire. De ce fait, *Schistosoma mansoni* est présent particulièrement dans les pays situés en zone humide où les foyers d'hyper endémie sont fréquents (Sellin & Boudin, 1981).

Notre enquête a mis en évidence la présence de *Schistosoma mansoni* dans la province de Ouaddaï chez 6,4% de participants. Ce résultat est proche de : 8,6 % rapporté par Moser *et al.* (2022) au Tchad dans la population vivant autour des lacs d'Ounianga au Sahara, 6,56% obtenu par N'Gbesso *et al.* (2017) dans la localité d'Ahoué au sud de la Côte d'Ivoire, et 6,1% trouvé chez les enfants au Sud Soudan par Senkwe *et al.* (2022).

D'autres auteurs ont trouvé des prévalences inférieures de schistosomiase par *Schistosoma mansoni* à la valeur rendue dans notre travail. C'est le cas de : Hamit *et al.* (2013) qui ont rapporté une prévalence globale de *Schistosoma mansoni* de 3,4% chez les écoliers des zones sahéenne et soudanienne tchadiennes ; Dangoni *et al.* (2015) à Taïbong-Dziguilao, dans

l'extrême Nord du Cameroun ; Hajissa *et al.* (2018) au Soudan dans la Région d'Um Asher Khartoum, et Joof *et al.* (2021) en Gambie avec des prévalences respectives de : 1,11 % ; 2,95% et 0,3 %. Par contre, une prévalence supérieure de 14% a été rapportée par : -Kemba *et al.* (2022) chez les écoliers, des zones sahélienne et soudanienne, du Tchad. Amollo *et al.* (2013) au Nord de Kenya, Siza *et al.* (2015) chez les écoliers du bassin du lac Victoria en Tanzanie, Bitew *et al.* (2016) en Ethiopie, Kiazayawoko *et al.* (2017) en R.D. Congo dans une province de Kongo-central, et Cisse *et al.* (2021) au Burkina Faso dans un village de Panamasso, avec des prévalences respectives de : 9,5% ; 15,1% ; 14,3% 51,6% et 81,1%.

Les disparités des prévalences observées entre les différentes études suscitées reflèteraient la diversité spatiale et des facteurs associés à l'infestation à *Schistosoma mansoni* d'un milieu à un autre, comme les activités quotidiennes impliquant un contact avec l'eau, l'altitude du milieu, le niveau de connaissance de la maladie. La courte durée et l'inconstance de la migration des œufs dans les capillaires sanguins pourraient expliquer la faible prévalence (6,38%) de *Schistosoma mansoni* dans notre étude. Toutefois, cette prévalence serait sous-estimée car tous les enfants infectés n'éliminent pas les œufs du parasite dans leurs selles au même moment (Golvan, 1983).

En 2013, Hamit *et al.*, n'ont trouvé aucun porteur d'œufs de *Schistosoma mansoni* dans la ville d'Abéché ; dix ans après, notre étude met en évidence la présence de cette espèce parasite dans cette localité avec une prévalence de 0,96% (figure 15). Cette faible prévalence de *Schistosoma mansoni* pourrait s'expliquer par la rareté de son mollusque hôte intermédiaire dans les cours d'eau de cette localité.

Notre enquête a permis de noter que la prévalence de *Schistosoma mansoni* était aussi faible à Abougoudam (7,94%) mais modérée dans la localité de Chokoyan (20,55%). Les trois localités d'étude, bien qu'elles soient de la même province et zone écologique, sahélienne, ne sont pas arrosées avec la même intensité (tableau I).

La prévalence de *Schistosoma mansoni* (même *Schistosoma haematobium*) serait liée aux facteurs climatiques. En effet, une zone qui a un climat plus humide et une hydrographie dense est favorable à la pérennité et la dissémination d'œufs ou de larves d'helminthes en général, et au développement des mollusques hôtes intermédiaires de *Schistosoma mansoni* en particulier (Gbocho *et al.* 2015). Les filles ont été plus souvent infestées (14,39%) que les garçons (1,41%) comme le montre la figure 16. Les filles fréquenteraient de préférence des sites mieux adaptés pour le ménage.

La prévalence de *Schistosoma mansoni* a été plus élevée ($p=0,0003$) chez les élèves de la tranche d'âges 11-15 ans (10,17%) que chez ceux de 5-10 ans d'âge (2,38%) comme l'illustre

la figure 17. Au Nord de l’Ethiopie, Assefa *et al.* (2013) avaient enregistré des prévalences de *Schistosoma mansoni* de 31,2% chez les enfants de 10 à 14 ans contre 11,4% chez les individus de 5 à 9 ans. Le lien entre l’âge des écoliers et le portage de ce parasite a aussi été rapporté par plusieurs auteurs. C’est ainsi que : au Burkina Faso, Bagayan *et al.* (2021) ont trouvé une prévalence de 2,5% chez les enfants de 11-15 ans contre 1,6% chez ceux de 5-10 ans ; à Lemfu, en R.D. Congo, Kiazayawoko *et al.* (2017) ont trouvé une prévalence de *Schistosoma mansoni* de l’ordre de 52,3% chez les enfants de 11 à 15ans. Pour les mêmes raisons ludiques que dans le cas de *Schistosoma haematobium*, les enfants plus âgés sont plus exposés à l’infestation de *Schistosoma mansoni* (Sellin *et al.* 1986 ; N’Goran *et al.* 1997a ; Poda *et al.* 2001). En plus du comportement, des facteurs immunologiques, physiologiques et génétiques pourraient justifier ce niveau de parasitisme (Woolhouse *et al.* 1990 ; Hagan *et al.* 1998 ; Fulford *et al.* 1998 ; Dessein *et al.* 1999).

III.2.2 Infestations par des géohelminthes

- **Ascaridiose**

Une enquête sur les géohelminthiases chez les enfants d’âge scolaire avait montré qu’au nord et à l’ouest du pays, l’OMS (2010) notait que les températures extrêmes qui y règnent n’étaient pas favorables au développement des œufs de *Ascaris lumbricoides* et *Trichiuris trichiura*. D’autres études par contre, menées sur les géohelminthiases intestinales, ont montré que celles-ci sont largement répandues dans la ville de Ndjamena et chez les enfants nomades du Tchad (Kostoingue *et al.*, 2002 ; Hamit *et al.* ,2008 ; Béchir *et al.*, 2011 ; Hamit *et al.* ,2013).

Lors de notre enquête, la prévalence globale d’infestation par *Ascaris lumbricoides* a été de 9,00% (figure14). Cette prévalence d’*Ascaris lumbricoides* est bien inférieure à celles rapportées dans certains travaux. Au Tchad, par exemple, Hamit *et al.* (2013) ont trouvé une prévalence de 15,7% chez les élèves de la localité d’Abéché ; Kemba *et al.* (2022) ont récemment obtenu une prévalence de 16,41% chez les enfants d’âge scolaire en zones sahélienne et soudanienne. Dans d’autres pays, des valeurs plus élevées des prévalences d’*Ascaris lumbricoides* ont été données chez les écoliers ; par exemple Tefera *et al.* (2017) au Sud-Ouest de l’Ethiopie, Safi *et al.* (2019) en Afghanistan, Matsinkou *et al.* (2021) à l’Ouest du Cameroun, et Oyono *et al.* (2022) à Akonolinga (Région du Centre du Cameroun) soit respectivement 23,6%, 25,7% ; 30% et 21,4 %.

Des résultats comparables au nôtre et concernant les écoliers sont connus dans la littérature et sont ceux de : Inocencio *et al.* (2017) en République Démocratique de Congo,

Saotoing *et al.* (2019) au Cameroun, et Masaku *et al.* (2020) au Kenya avec des valeurs respectives de 9,3% ; 8,89% et 8,3%.

Par ailleurs, des prévalences nettement inférieures à celui rapportée dans la présente étude ont été relevées dans la littérature, à savoir : 6,26% chez les écoliers béninois des communes de Nikki et de Pèrèrè (Ibikounlé *et al.*, 2014), 3,2% chez les écoliers du bassin du lac Victoria en Tanzanie (Siza *et al.*, 2015), 1,4% au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire (Kiki-Barro *et al.*, 2017), et 1,2% chez des écoliers d'une zone de conflit du nord-est du Myanmar (Weilin *et al.*, 2020).

Dans l'ensemble de notre échantillon d'étude, les filles ont été plus souvent infestées par *Ascaris lumbricoides* (14,39%) que les garçons (5,63%) comme le montre le tableau XI. Les raisons de cette différence d'infestation sont encore recherchées. Dans un travail similaire mené au Sud-ouest du Cameroun, NKengazong *et al.* (2010) ont aussi montré que la gent féminine était plus parasitée que la gent masculine. Les enfants des deux tranches d'âges ont présenté des prévalences par *Ascaris lumbricoides* comparables (Tableau XII). Cette même observation a aussi été faite chez les enfants en milieu scolaire dans l'arrondissement d'Ahomadegbe, commune de Lalo au Bénin Gomido *et al.* (2019) et Kemba *et al.* (2022) qui récemment ont montré dans les zones soudanienne et sahélienne que les plus jeunes enfants étaient relativement plus infestés que leurs aînés pour *Ascaris lumbricoides*, mais est contredite par les travaux de Hamit *et al.* (2013), qui ont montré que les enfants les plus âgés de (10 à 15 ans) de N'Djamena étaient plus infestés par *Ascaris lumbricoides*.

En outre, la prévalence de *Ascaris lumbricoides* n'a pas significativement varié ($p=0,05$) entre les localités d'Abéché, Abougoudam et Chokoyan. Les résultats ont montré que les valeurs des prévalences étaient toujours relativement plus élevée à Abougoudam et plus faible à Abéché (tableau X). *Ascaris lumbricoides* a été diagnostiqué dans certaines écoles, cependant aucune différence significative de prévalence n'a été mise en évidence ; un certain nombre d'établissements en étaient d'ailleurs indemnes (tableau XIV).

Hamit *et al.* (2013) avaient obtenu une prévalence de *Ascaris lumbricoides* de 15,7% dans la ville d'Abéché ; notre étude en 2022, a révélé un taux plus de deux fois inférieur dans la même localité. Cette régression serait due aux distributions sporadiques de médicaments antihelminthiques par des ONG et associations de la place (observation personnelle). En outre, la raison de la persistance de *Ascaris lumbricoides* dans le contexte scolaire tchadien pourrait s'expliquer par le manque d'eau et d'installations sanitaires dans les établissements ; elle serait aussi liée à la longue durée de vie du ver femelle (2 ans environ) et à un taux de fécondité exceptionnel (entre 134.000 à 360.000 œufs pondus par jour pendant environ 300 jours, et au manque d'hygiène (Eyayu *et al.*, 2022). Le déficit infrastructurel ne facilite pas

l'application des règles d'hygiène dans la communauté. Cette observation a également été faite au Cap-Vert (OMS, 2005). Toutefois, lors de notre visite dans les établissements, nous avons noté la présence des latrines et des lavabos dans certaines écoles du milieu urbain nous pensons que ces infrastructures ont permis aux élèves de huit écoles sur les 12 prospectées d'être indemnes des *Ascaris lumbricoides* parce qu'ils se nettoyaient les mains.

Aucune école de toutes celles qui ont été visitées n'est pourvue d'une structure sanitaire ; pourtant celles-ci contribuent à réduire les parasitoses dans les écoles (Egwunyenga *et al.*, 2005). De plus, la paroi relativement solide des œufs d'*Ascaris lumbricoides* leur permet une meilleure résistance aux conditions environnementales et climatiques défavorables (tableau I). Ce résultat s'explique par le fait que dans notre communauté, avant les repas les mains sont lavées dans les mêmes récipients, puis essuyées avec les mêmes serviettes ce qui n'élimine vraiment pas ces œufs (Hamit *et al.*, 2008).

- **Ankylostomiases**

Lors de ce travail, la prévalence globale de *Ancylostoma* spp. a été plus basse, soit 1,45% comparée à celle mise en évidence (32,7%) pour *Necator americanus* lors d'une enquête nationale menée chez les enfants scolarisés dans le Sud et l'Est du Tchad (Beasley *et al.*, 2002) d'une part, et pour *Ancylostoma* spp. au Tchad par Béchir *et al.* (2011), Hamit *et al.* (2013) et Kamba *et al.* (2022) avec des valeurs respectives de 14%, 12,5% et 3,41% d'autre part. Dans d'autres pays, d'autres auteurs, par exemple, Ibikounlé *et al.* (2014) dans le nord-est du Bénin chez des écoliers des communes de Nikki et de Pèrèrè, Siza *et al.* (2015) en Tanzanie parmi les écoliers du bassin du lac Victoria, Bitew *et al.* (2016) en Ethiopie chez les écoliers, et Matsinkou *et al.* (2021) chez des élèves scolarisés à l'Ouest du Cameroun ont trouvé des valeurs élevées, soit respectivement 8,16% ; 12,6% ; 31,8% et 10%.

La prévalence mise en évidence dans le présent travail est plutôt proche de : 1,3% rapportée par Bowie *et al.* (2004) au Malawi ; 1,6% trouvée au Burkina dans la zone du complexe hydroagricole du Sourou par Dianou *et al.* (2004), 1,1% chez des élèves d'une école primaire au Burkina Faso (Bagayan *et al.*, 2016), enfin 1,2% obtenue chez les enfants de la région de Busia à l'Ouest de Kenya (Masaku *et al.* (2020). Ces faibles prévalences à *Ancylostoma* spp. pourraient être expliquées par les modes vestimentaires (port des chaussures fermées), les lavages réguliers des pieds (ablutions) dans ces régions très islamisées, et un déparasitage antérieur ciblant principalement les enfants scolaires bien que cette condition soit un critère d'exclusion dans notre étude.

Au cours de ce présent travail, la prévalence d'*Ancylostoma* spp. a été statistiquement plus élevée à Abougoudam comparée aux deux autres localités pour lesquelles cette prévalence

était comparable. De plus cette prévalence était plus élevée à Abougoudam et Chokoyan et plus faible à Abéché (tableau X)

Dans l'ensemble de notre étude, les prévalences d'*Ancylostoma* spp. ont été comparables ($p = 0,65$) entre les garçons (1,88%) et les filles (0,76%) (tableau XI). De même, les enfants des deux tranches d'âges ont présenté des prévalences par *Ancylostoma* spp. comparables (tableau XII). Cette observation s'écarte des travaux d'un côté de Hamit *et al.* (2013), qui ont montré que les enfants les plus âgés de (10 à 15 ans) de N'Djamena étaient plus souvent infestés par *Ancylostoma* spp., et de l'autre côté Kemba *et al.* (2022) qui récemment ont montré, dans les zones soudanienne et sahélienne, qu'*Ancylostoma* spp. infeste tout le monde sans distinction d'âge. Entre les écoles, des faibles prévalences d'*Ancylostoma* spp. ont été obtenues, mais aucune différence significative des prévalences n'a été mise en évidence ; de plus les élèves de certains établissements, même de la zone périurbaine étaient indemnes (tableau XIV).

III.2.3 Facteurs de risque environnementaux liés à la transmission des parasitoses et données sur les participants

Dans le cas des schistosomiasés urinaire et intestinale, nous avons noté que : éviter des baignades (Pr = 9,46%) et lessives diverses (P = 12,72%) dans les marigots d'une part, d'autre part vivre éloigné de collection d'eau (Pr =6,12%) (tableaux XVI et XVII), réduisent le risque de contracter ces maladies. Cette observation a été faite par Adoubryn *et al.* (2006) dans la région de l'Agnéby, au Sud-est de la Côte-d'Ivoire chez les élèves d'âge scolaire et chez les élèves de Katsina au Nigeria par Atalabi *et al.* (2016). Le contact avec l'eau tel que la baignade est considéré comme un facteur de risque qui pourrait exposer les enfants davantage à l'infestation avec les schistosomes.

L'analyse de parasitisme par *Ascaris lumbricoides* en fonction du niveau d'hygiène a montré que : prendre l'habitude de ne pas déféquer dans la nature (prévalence =15,53%) mais plutôt dans les latrines (prévalence =6,20%), se laver les mains au savon après avoir fait les selles (prévalence =4,42%) , préférer boire de l'eau de robinet (prévalence =0%) , ne pas stocker l'eau de boisson dans des fûts (prévalence =3,23%) ou dans les fûts et canaris (prévalence =2,36%) sont des attitudes qui réduisent le taux d'infestation par ce géohelminthe (tableau XVIII). Cette observation a été faite aussi par Towa *et al.* (2005) qui ont établi un lien entre le système d'évacuation des excréta et la survenue d'helminthoses intestinales chez les enfants en zones rurale et urbaine. D'autres auteurs se sont intéressés à la santé des enfants scolarisés, par exemple, Gyawali *et al.* (2009) dans la municipalité de Dharan au Népal,

Abossie & Seid (2014) en Ethiopie, Kattula *et al.* (2014) au Sud de l'Inde. Ils ont tous conclu que l'absence de lavage des mains avant les repas et après les toilettes était un facteur de risque important de contracter les géohelminthiases, et ont recommandé la stratégie de l'OMS (2012) de développer et de stimuler le réflexe systématique du lavage des mains au savon et à l'eau dans la population en général et chez les enfants d'âge scolaire en particulier, cette couche étant la plus exposée aux géohelminthiases.

Les apprenants déclarant ne consommer que l'eau de robinet étaient indemnes de *Ascaris lumbricoides* alors que ceux buvant l'eau des puits étaient très atteints (Pr =30,95%) comme l'a montré le tableau XVIII. Le système d'adduction d'eau d'Abéché devrait donc contribuer à une meilleure santé des écoliers. Toutefois, certains travaux (Koné, 2017) ont noté que les enfants consommant de l'eau potable étaient autant contaminés par les helminthes que ceux qui s'approvisionnaient dans les cours d'eaux. Ceci s'expliquerait simplement par le non-respect des mesures d'hygiène au moment du stockage de ces eaux ; nous proposons aussi de filtrer l'eau avant de le boire. L'OMS (1987) estimait que le manque d'approvisionnement en eau potable constitue un des facteurs les plus courants qui explique la survenue des helminthoses intestinales. En effet dans la littérature, la plupart des géohelminthes ont une transmission féco-orale (Abossie & Seid., 2014)

Il est aussi apparu que le port de chaussures fermées (prévalence =0%) et l'absence de cohabitation avec des animaux domestiques (prévalence =0%), évitent l'infestation par *Ancylostoma* spp. (tableau XIX). Ce résultat vient confirmer celui rapporté par Abera *et al.* (2014) chez les enfants d'âge scolaire de la ville de Tilili, dans le Nord-ouest de l'Ethiopie, qui soutenaient que les enfants qui ne portaient pas fréquemment de chaussures étaient plus souvent parasités par les helminthes à transmission transcutanée que ceux qui se protégeaient les pieds. Notre observation pourrait s'expliquer par le mode de transmission percutanée, notamment l'ankylostomose.

Des auteurs tels que Traub *et al.* (2004), Corrales *et al.* (2006), Steinmann *et al.* (2007) ont aussi rapporté que vivre à proximité d'animaux de compagnie augmente le taux de prévalence des parasites intestinaux.

De manière générale, les facteurs associés au monoparasitisme étaient l'âge (la tranche des 5 à 10 ans), le milieu de vie (la zone périurbaine), les localités d'Abéché et Chokoyan comparées à Abougoudam (tableau IX). En effet, les individus de la tranche d'âges 5 à 10 ans étaient en gros deux fois plus susceptibles d'être infectés par un parasite que ceux de la tranche d'âges 11 à 15 ans. Des résultats similaires ont été rapportés par Oyono *et al.* (2022) au Cameroun, chez les enfants de la tranche d'âge 8 à 11, ces auteurs ont montré que le risque

d'être infesté par une seule espèce parasite était environ deux fois plus élevé comparé à celui des enfants de la tranche 8 à 11. Opara *et al.* (2021a) au Nigeria ont récemment fait un constat contraire ; pour eux, les enfants de 11 à 13 ans, plus de 10 fois susceptibles d'être infestés plus que les enfants de tranche d'âge 5-7 ans. Les écoliers vivant en zone urbaine étaient presque cinq fois moins susceptibles d'être infectés par une espèce parasite que ceux vivant dans la zone périurbaine (tableau VIII). Ce résultat s'accorde avec ceux de Ngui *et al.* (2011) à l'Ouest de Malaysia, Staudacher *et al.* (2014) au Rwanda, M'bondoukwe *et al.* (2018) au Gabon et Oyono *et al.* (2022) dans la Région du Centre-Cameroun. Ces auteurs ont tous rapporté que le facteur protecteur contre le monoparasitisme était le milieu de vie et notamment le milieu urbain. Le risque de monoparasitisme est réduit presque de moitié chez les enfants vivant en milieu urbain comparés à ceux vivant en campagne pris comme référence. En effet, il apparaît que le niveau d'assainissement et d'éducation, ainsi que les conditions de vie relativement meilleures en milieu urbain comparé au milieu rural réduiraient l'effectivité de la contamination. Toutefois, cette explication ne tiendrait pas longtemps si on considère l'hétérogénéité de l'habitat entre quartiers d'une même ville. Cette idée justifie aussi que les apprenants de la localité d'Abéché étaient à peu près deux fois plus susceptibles d'être infectés par une espèce d'helminthe que ceux d'Abougoudam ; quant aux enfants de l'école du centre de Chokoyan, ils étaient deux fois moins susceptibles d'être infectés par une espèce d'helminthe que ceux de l'Ecole centre d'Abougoudam.

Dans notre échantillon d'étude, le pourcentage du polyparasitisme a été très faible (0,30%) soit 4 individus atteints alors que celui du monoparasitisme était de 25,28% (tableau VII). Dans la ville de Loum au Cameroun, Tchuem Tchuente *et al.* (2003) ont noté un taux de monoparasitisme de 27,5%, et au Kenya Ruto & Mulambalah (2016) ont trouvé un taux de monoparasitisme de 26,9%. Ces deux valeurs sont proches de 25,28% obtenue dans la présente étude. Au total, 4 types d'infra-communautés ont été dénombrés dans notre population d'étude ; toutes étaient constituées de 2 espèces. L'espèce *S. haematobium* a été la plus impliquée dans les associations parasitaires (3fois/4) ; *A. lumbricoides* et *S. mansoni* ont été impliqués dans deux associations parasitaires sur les quatre notées. *Ascaris lumbricoides* et *Schistosoma haematobium* pourraient être les deux grandes responsables de la dénutrition chez les écoliers (Botelho *et al.*, 2016 ; Frigerio *et al.* , 2016).

D'autres études menées au Tchad ont rendu des fréquences de polyparasitisme supérieures à celle de notre enquête. Hamit *et al.* (2008 et 2013) ont respectivement trouvé des fréquences de 19,91 % et 28,14% d'une part, et Kemba *et al.* (2022) a obtenu une fréquence de 23,08% d'autre part. En Côte d'Ivoire une proportion de polyparasitisme de 76,7% a été

rapportée par Dancesco *et al.* (2005). Au Cameroun, Tchuem Tchuente *et al.* (2012) dans les régions du Centre, de l'Est et de l'Ouest, et Oyono *et al.* (2019) à Akonolinga, ont rendu des fréquences du polyparasitisme de 10,19% et 29,80%.

Le polyparasitisme est la présence concomitante de deux ou plusieurs espèces de parasites chez le même individu hôte ; cette situation peut induire des interactions intra et interspécifiques positives ou négatives entre les taxa parasites en présence, et être à l'origine d'une structuration des infracommunautés observées (Petney & Andrews, 1998 ; Wood *et al.*, 2007). Selon Oyono *et al.* (2019), de telles interactions peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé de l'hôte car elles peuvent modifier sa sensibilité vis-à-vis des autres parasites, la durée de l'infection, les risques de transmission, les symptômes cliniques et, par conséquent, les stratégies de traitement et de prévention. L'analyse des associations interspécifiques binaires (tableau VIII) a permis surtout de noter que : 1) celles-ci étaient toutes très faibles tant pour les espèces hébergées dans l'intestin grêle que celles se trouvant dans le côlon ; 2) elles tendent à apparaître selon les lois de hasard ; 3) celle entre *S. mansoni* et *A. lumbricoides* est apparue avec près de 2 fois plus de concordances positives que prévu par le hasard ; 4) celle entre *S. haematobium* et *A. lumbricoides* d'une part et, d'autre part, celle entre les deux espèces de schistosomes montrent plus de 2 fois moins de concordances que prévu par la loi de hasard. En effet, en général il est très improbable, voire impossible, que toutes les espèces aient des taux de colonisation et des durées de vie identiques (Rohde, 2003). Mis à part le résultat concernant les deux espèces de schistosomes qui pourraient être en compétition au stade de schistosomule (Webster *et al.*, 2005 ; Depaquit *et al.*, 2019), et peut être celui concernant *S. haematobium* et *A. lumbricoides* (Viney & Graham., 2013 ; Buzoni-Gatel *et al.*, 2008) dans l'ensemble, aucune interaction négative ne semble mise en route entre les espèces identifiées dans ce travail.

- **Charges ovulaires helminthiques et microhématurie**

Les charges ovulaires moyennes de différentes espèces de parasites intestinaux dans des trois localités d'étude ont été légères (tableau XX) ; ce constat a été fait entre deux tranches d'âges, les genres et les écoles (tableaux XXI, XXII et XXIII). Conformément à la catégorisation de l'OMS (2004b), Hamit (2015) a rapporté que pour les helminthes intestinaux, la zone soudanienne tchadienne est favorable aux prévalences et intensités parasitaires modérées contrairement à la zone sahélienne où les prévalences et intensités parasitaires sont souvent faibles. Toutefois au cours de cette étude, les filles ont excrété plus d'œufs d'*Ascaris lumbricoides* que les garçons (tableau XXII). Ce résultat contraste avec celui de Weldesenbet

et al. (2019) chez les élèves en Ethiopie ; ces derniers signalent que les garçons sont plus lourdement infestés. Dans la province de Ouaddai, les élèves de la tranche d'âges des 11 à 15 ans ont excrété plus d'œufs d'*Ascaris lumbricoides* que ceux de 5 à 10 ans. Pourtant selon l'OMS (1994), l'intensité d'infestation diminue avec l'acquisition progressive d'une immunité protectrice, d'apparition lente à partir de l'âge de la puberté. Nous pensons que ces écoliers (de 11 à 15 ans) sont plus chargés en raison de leur mobilité plus grande qui les expose plus à l'infestation comparés aux jeunes qui sont sous la protection parentale. Entre les localités, les genres, les tranches d'âges et les écoles, des \overline{OPG} légères pour *Schistosoma mansoni* et comparables, et identiques pour *Ancylostoma* spp., ont été trouvées. Ce résultat serait lié à un mode de vie tout aussi identique dans notre aire d'étude.

Parmi les 285 élèves infestés par *S. haematobium*, 279 (97,89%) étaient positifs à la microhématurie ; ce résultat est comparable à ceux de Kariuki *et al.* (2016) au Kenya, qui ont trouvé que tous les enfants ayant une microhématurie étaient infectés par *S. haematobium* et de Deribew *et al.* (2022) en Ethiopie qui ont rapporté que 99,3 % des enfants éliminaient les œufs de ce parasite étaient positifs pour la microhématurie. Nous avons aussi noté que 285 écoliers sur 711 examinés (40,08%) positifs à la microhématurie n'étaient pas infestés par *S. haematobium* (tableau XVII). Cette proportion est supérieure à : 11,8% rapportée par Deribew *et al.* (2022) en Ethiopie ; 38,9% obtenue par Botelho *et al.* (2016) en Guinée-Bissau et 12,2% trouvée par Sumbele *et al.* (2021) à Muyuka au Cameroun. Cependant, elle est inférieure à 69% obtenue par Kariuki *et al.* (2016) dans le district du delta du Tana au Kenya.

Notre étude relativise l'idée que la microhématurie est un biomarqueur de la schistosomiase urogénitale.

Limite de l'étude

La recherche de mollusques hôtes intermédiaires de bilharzioses n'a pas été effectuée dans les localités afin d'identifier les espèces de mollusques réellement impliquées dans la transmission de deux formes de schistosomiasés dans la province de Ouaddai

Les informations sur les activités de contact avec l'eau ont été recueillies en utilisant uniquement le questionnaire, tandis que la fréquence et la durée des contacts avec l'eau n'ont pas été étudiées. La quantification des activités de contact avec l'eau est pourtant essentielle pour évaluer la contribution de ce comportement dans la transmission de la schistosomose dans les communautés endémiques (Sow *et al.*, 2011).

**CONCLUSION,
RECOMMANDATIONS ET
PERSPECTIVES**

CONCLUSION

Pour contribuer à la mise en place des données concernant la cartographie des schistosomoses et géohelminthiases en République du Tchad, en vue de leur contrôle voire leur élimination, nous avons entrepris une enquête parasitologique en évaluant la prévalence des schistosomiases et des géohelminthiases chez les enfants scolaires, dans la province du Ouaddaï au Tchad, précisément dans les trois localités : Abéché, Abougoudam et Chokoyan.

Ainsi, 1341 enfants issus de 13 établissements scolaires ont été retenus. L'analyse des selles et des urines a permis d'identifier quatre espèces à savoir : *Schistosoma haematobium*, *Ascaris lumbricoides*, *Schistosoma mansoni* et *Ancylostoma* spp. dans ces localités avec une prévalence globale de 25,58%. Les taux d'infestations spécifiques étaient respectivement de 28,61% ; 9,00% ; 6,38% et 1,45%. Les facteurs principalement associés à la transmission des espèces parasites sont : le genre ; les filles sont beaucoup plus souvent infestées par *Schistosoma mansoni* et *Ascaris lumbricoides* que les garçons ; pour *Schistosoma haematobium* et *Ancylostoma* spp., la tranche d'âge des 11 à 15 ans ; pour l'infestation à *Schistosoma haematobium* et *Schistosoma mansoni*, le contact homme-eau (par la baignade, la lessive, la Vaisselle ...), l'hygiène de vie (le non lavage des mains avec du savon après les selles, le mode de stockage de l'eau de boisson dans les jarres et les canaris, ou le port de chaussures ouvertes). Toutes les espèces de parasites identifiées dans les selles et urines des enfants des trois localités suscitées avaient des prévalences étudiées généralement souvent faibles.

Ce travail montre que la maîtrise des pathologies induites doit constituer une priorité pour les autorités tchadiennes, afin de réduire significativement leur incidence dans les localités d'étude voire parvenir à leur élimination à l'échelle nationale. Vu la prévalence globale de 25,58%, il est nécessaire de procéder au déparasitage systématique de masses au moins une fois tous les trois mois. De plus ce résultat devrait servir pour l'élaboration et la mise en place d'un programme de lutte contre les helminthiases intestinales et les schistosomiases au Tchad.

Une stratégie durable devrait se concentrer sur l'éducation sanitaire et environnementale. Il apparaît donc indispensable de poursuivre cette étude diagnostique dans d'autres localités surtout en milieu rural, et d'y associer des études malacologiques afin d'obtenir des données nationales actualisées sur la schistosomose et les géohelminthiases.

RECOMMANDATIONS

Fort des résultats obtenus au cours de cette étude, nous recommandons :

Aux parents d'élèves de :

- enseigner et rappeler aux enfants de respecter scrupuleusement les règles d'hygiène alimentaire et personnelle ;
- construire et bien aménager les latrines pour ne pas déverser les formes infestantes parasitaires dans la nature par les selles et les urines ;
- interdire aux enfants de fréquenter les cours d'eaux stagnantes ;

Aux autorités scolaires de la zone d'étude :

- d'intégrer dans les différents programmes scolaires l'éducation sanitaire par l'enseignement des bonnes pratiques d'hygiène personnelle et collective ;
- d'assurer le contrôle effectif des aliments et boissons vendus aux abords des groupes scolaires tout en sensibilisant les vendeurs à l'hygiène de ces aliments ;

Aux autorités politiques et administratives locales de :

- améliorer les conditions de vie des populations en leur facilitant l'accès à une eau potable aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, et aux soins de santé de base ;
- organiser et accentuer des campagnes d'hygiène, assainissement et d'éducation sanitaire des populations, notamment en milieu rural ;
- maintenir un déparasitage régulier des masses dans les écoles ;
- promouvoir l'utilisation systématique des latrines à travers une communication pour un changement de comportement ;
- mettre sur pied un programme national de lutte contre la schistosomiase et les helminthiases intestinales ;
- élargir et intensifier la distribution périodique des antihelminthiques dans les zones urbaines et rurales tchadiennes.

A la communauté scientifique de poursuivre et d'intensifier les travaux de recherche afin de comprendre les mécanismes sous-jacents aux interactions parasitaires et les conséquences du polyparasitisme chez les hôtes.

PERSPECTIVES

Pour nos travaux futurs, nous envisageons de :

- associer aux techniques diagnostiques utilisées des méthodes plus sensibles et quantitatives telles que les méthodes de biologie moléculaire, la numération de la formule sanguine, et les examens sérologiques tel que le CCA pour la mise en évidence des helminthoses en phase initiale ;
- étendre ce travail à toutes les autres localités de la province et les autres zones biogéographiques en intégrant tous les secteurs de la population ;
- identifier les mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose au Tchad.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Abera A. & Nibret E. (2014).** Prevalence of Gastrointestinal Helminthic Infections and Associated Risk Factors among Schoolchildren in Tilili Town, Northwest Ethiopia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, (7) : 525-530.
- Abossie A. & Seid M. (2014).** Assessment of the prevalence of intestinal parasitosis and associated risk factors among primary school children in Chench town, Southern Ethiopia. *BioMed Central Public Health*, 14 (1) : 166-175.
- Adoubryn K.D., Ouhon J., Yapo C.G. & Assoumou E.Y (2006).** Profil épidémiologique des schistosomoses chez les enfants d'âge scolaire dans la région de l'Agnéby (sud-est de la Côte-d'Ivoire). *Société Pathologie Exotique*, 99(1) : 28-31.
- Amollo D.A., Kihara J.H., Kombe Y & Karanja S. M. (2013). Prevalence and intensity of single and mixed *Schistosoma mansoni* and *Schistosoma haematobium* infections in primary school children in Rachuonyo north district, Homabay county, western Kenya. *Medicine Journal : East African*, 90(2) : 36-44.
- ANOFEL (2010).** *Parasitoses et mycoses des régions tempérées et tropicales*. Association française des enseignants de parasitologie et mycologie médicales (ANOFEL). 2^e Edition, Elsevier Masson, 362p.
- Anonyme (2010).** *Biologie Parasitaire*, Polack B., Chermette R., Guillot J., Hallos L., Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes, 22p.
- Anonyme (2023a).** Ascariasis. *Centers for Disease Control and Prevention*. Consulté en ligne le 12 Février 2023. <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html>
- Anonyme (2023b).** Parasite-Hookworm. Consulté en ligne le 12 Février 2023. https://www.cdc.gov/dpdx/hookworm/modules/Hookworm_LifeCycle_lg.jpg
- Anonyme (2023c).** Cycle vital simplifié de *Schistosoma*. Consulté en ligne le 25 Janvier 2023. <https://www.msmanuals.com/fr/professional/multimedia/figure/cycle-vital-simplifi%C3%A9-de-schistosoma>.
- Anonyme (2023d).** Carte du Tchad modifiée. Consulté en ligne le 28 Janvier 2023.
- Assaré R.K., N'Tamon R.N., Bellai L.G., Koffi J.A., Mathieu Tra-Bi I., Ouattara M., Hürlimann E., Coulibaly J.T., Diabaté S., N'Goran E.K. & Utzinger J. (2020).** Characteristics of persistent hotspots of *Schistosoma mansoni* in western Côte d'Ivoire. *Parasites Vectors*, 13 : 337. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04188-x>
- Assefa A., Dejenie T. & Tomass Z. (2013).** Infection prevalence of *Schistosoma mansoni* and associated risk factors among schoolchildren in suburbs of Mekelle city, Tigray, Northern Ethiopia. *Momona Ethiopian Journal of Science (MEJS)*, 5(1) : 174-188.

- Atalabi T.E., Lawal U. & Ipinlaye S.J. (2016).** Prevalence and intensity of genito-urinary schistosomiasis and associated risk factors among junior high school students in two local government areas around Zobe Dam in Katsina State, Nigeria. *Parasites & Vectors*, 9 (1) : 388 DOI 10.1186/s13071-016-1672-5
- Aubry P. & Bernard-Alex G. (2022).** Schistosomoses ou bilharzioses. *Médecine tropicale* : 10p. www.medecinetropicale.com
- Ayres J.S. (2013).** Inflammasome-microbiota interplay in host physiologies. *Cell Host Microbe*, 14 : 491-497.
- Babatunde T.A., Asaolu S O. & Sowemimo O.A. (2013).** Urinary schistosomiasis among pre-school and school aged children in two periurban in Southwest Nigeria. *Journal Parasitology and Vector Biolog*, 5(7) : 96–101. <https://doi.org/10.5897/JPVB2013.0113>
- Bagayan M., Zongo D., Boungou M., Oueda A., Sorgho H. & Kabre G.B. (2021).** Prévalence et intensité de la schistosomiase et des helminthiases intestinales chez des écoliers dans les régions du Sahel, des Hauts-Bassins et du Centre-Est du Burkina Faso. *Science et technique, Sciences de la santé*, 44(1) : 1-12.
- Bagayan M., Zongo D., Oueda A., Sorgho H., Savadogo B., Drabo F., Ouédraogo A., Poda J.N., Kabre B.G. & Zhang Y. (2016).** Prévalence de la schistosomose et des géohelminthiases chez des élèves de l'école primaire au Burkina Faso. *Médecine et santé Tropicale*, 26 (3) : 267-272.
- Bagayan M., Zongo D., Savadogo B., Oueda A, Sorgho H., Kabre B. G & Poda J. N. (2014).** Prévalence de la schistosomiase urinaire en milieu scolaire dans un milieu périurbain de Ouagadougou : cas du quartier Yamtenga (Burkina Faso). *Science et technique, Sciences de la santé*, 37(1 et 2) : 93-100.
- Bakaletz L. O. (1995).** Viral potentiation of bacterial superinfection of the respiratory tract. *Trends in Microbiology*, 3(1) : 110-114.
- Bandilla M., Valtonen E.T., Suomalainen L.R., Aphalo P.J. & Hakalahti, T. (2006).** A link between ectoparasite infection and susceptibility to bacterial disease in rainbow trout. *International Journal for Parasitology*, 36 (1) : 987-991.
- Barbault R. (1981).** La compétition interspécifique ; *In, Ecologie des populations et des peuplements - des théories aux faits.* (Edition Masson). pp : 38-54
- Barry J. D. & Turner C. M. (1991).** The dynamics of antigenic variation and growth of African trypanosomes. *Parasitology Today*, 7 : 207-211.

- Basdevant J., Blancpain M., Bourdon-Busset J., Chaunu P., Clarac P., Cordier M., Beauregard O. C., Dedeyan C., Druon M., Hyghe R., Jaudel J., Lumley H., Romilly J. & Tulard J. (2001).** Les Némathelminthes. *Clartés*, 1, ST3320.
- Beasley M., Brooker S., Ndinaromtan M., Madjiouroum E.M., Baboguel., Djenguinabe E & Bundy D.A.P. (2002).** Health of schoolchildren in Chad. *Tropical Medicine and International Health*, 7(7) : 625-630.
- Bechir M., Schelling E., Hamit M. A., Tanner M. & Zinsstag J. (2011).** Parasitic infections, anemia and malnutrition among rural settled and mobile pastoralist mothers and their children in Chad. *Eco Health*, 9 (2) : 122-31.
- Beldomenico P.M. & Begon, M. (2010).** Disease spread, susceptibility and infection intensity: vicious circles. *Trends Ecology and Evolution*, 25(1) : 21-27.
- Belkacemi M. & Jana M. (2006).** Curage Traitement molluscicide pour la lutte contre la schistosomiase. *Health Journal*, 12 (1/2) : 129-136.
- Bethony J., Brooker S., Albonico M., Geiger S.M., Loukas D. A.D. & Hotez P.J. (2006).** Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis and hookworm *Lancet*, 367 : 521-535.
- Bintou L.Y., Yaro A.S., Sodio B. & Sacko M. (2019).** Persistance de la schistosomiase urinaire en zones endémiques soumises aux traitements de masse répétés au Mali. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(1) : 369-381
- Bitew A.A., Abera B., Seyoum W., Endale B., Kiber T., Goshu G. & Admass A. (2016).** Soil Transmitted Helminths and *Schistosoma mansoni* Infections in Ethiopian Orthodox Church Students around Lake Tana, Northwest Ethiopia. *PLoS ONE*, 11(5) : e0155915. doi:10.1371/journal.pone.0155915
- Bordes F. & Morand, S. (2011).** The impact of multiple infections on wild animal hosts: a review. *Infection Ecology & Epidemiology*, 1: 7346-DOI: 10.3402/iee.v1i0.7346.
- Botelho M. C., Machado A., Carvalho A., Vilaça M., Conceição O., Rosa F., Alves H., Richter J. & Bordalo A. A. (2016).** *Schistosoma haematobium* in Guinea-Bissau: unacknowledged morbidity due to a particularly neglected parasite in a particularly neglected country. *Parasitology Research*, 115(4) : 1567-1572. DOI : 10.1007/s00436-015-4891-3.
- Bouyer J., Cordier S. & Levallois P. (2003).** Epidémiologie. Environnement et santé publique Fondements et pratiques, PP : 89-118.

- Bowie C., Purcell B., Shaba B., Makaula P & Perez M. (2004).** A national survey of the prevalence of schistosomiasis and soil transmitted helminths in Malaŵi. *BioMed Central Infectious Diseases*, 4 :49 doi : 10.1186/1471-2334-4-49.
- Bridier A., Sanchez-Vizueté P., Guilbaud M., Piard J.C., Naïtali M. & Briandet R. (2014).** Biofilm-associated persistence of food-borne pathogens. *Food Microbiology*, 45 (1) : 167-178.
- Brooker S., Beasley M., Ndinaromtan M., Madjiouroum E., Baboguel M., Djenguinabe E., Hay S. & Bundy D.A.P. (2002).** Use of remote sensing and a geographical information system in a national helminth control programme in Chad. *Bulletin of the World Health Organization*, 80 (1) : 783-789.
- Brooker S., Bethony J. & Hotez P.J. (2004).** Human hookworm infection in the 21st century. *Advanced Parasitology*, 58 (1) : 197 -288.
- Brooker S., Clements A.C.A. & Bundy D.A.P. (2006).** Global epidemiology, ecology and control of soil-transmitted helminth infections. *Advances in Parasitology*, 62 (1) : 221–261. Doi : 10.1016/S0065-308X(05)62007-6.
- Brown C. R. & Brown M. B. (2004)** Empirical measurement of parasite transmission between groups in a colonial bird. *Ecology*, 85(1) : 1619-1626.
- Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M. & Shostak A. W. (1997).** Parasitology meets ecology on its own terms. *Journal of Parasitology*, 83 (1) : 575-583.
- Buzoni-Gatel D., Jean-François D. & Werts C. (2008).** Manipulation du système immunitaire par le parasite *Toxoplasma gondi*. *Médecine Sciences*, 24 (1) : 191-196.
- Charmot G. & Amatroze J. M. (1993).** Les bilharzioses. *La revue du praticien*, 4: 401- 446.
- Chevalier B., Ka-cisse M., Diouf M.L. & Klotz F. (2002).** Ankylostomes et ankylostomiase humaine. *Encyclopédie Médicale de Chirurgie*, 10.
- Chikwendu J. I., Elosiuba V. N., Ikeh R.E., Igbokwe E.A., Ngenebgo U.C. & Onyido A. E. (2022).** *Schistosoma haematobium* infection among children of Anam Community, South-Eastern Nigeria. *The Bioscientist*, 10 (2) : 213-222.
- Cirimotich C.M., Dong Y., Clayton A.M., Sandiford S.L., Souza-Neto J.A., Mulenga, M. & Dimopoulos, G. (2011).** Natural microbe-mediated refractoriness to *Plasmodium* infection in *Anopheles gambiae*. *Sciences*, 332 (6031) : 855-858.
- Cisse M., Sangare I., Djibougou A.D., Tahita M.C., Gnissi S., Bassinga J.K.W., Konda S. & Diallo A.H. (2021).** Prevalence and risk factors of *Schistosoma mansoni* infection among preschool-aged children from Panamasso village, Burkina Faso. *Parasites & Vectors*, 14 :185. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04692-8>.

- Cleaveland S., Laurenson M. K. & Taylor L. H. (2001).** Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356 (1411) : 991-999.
- Combes C. (1983).** Application à l'écologie parasitaire des indices d'association fondée sur le caractère présence-absence. *Vie et milieu*, 33(3/4) : 203-212.
- Combes C. (1995).** Who in Whom: The diversity of durable interaction, p: 3-186; In *Parasitism: the ecology and evolution of intimate interactions* (Edition Masson).
- Corrales L.F., Izurieta R. & Moe C.L. (2006).** Association between intestinal parasitic infections and type of sanitation system in rural El Salvador. *Tropical medicine and international health*, 11(1) : 1821-1831.
- Coulibaly J.T., Furst T., Silué K.D., Knopp S., Hauri D. & Ouattara M. (2012).** Intestinal parasitic infections in schoolchildren in different settings of Côte d'Ivoire: effect of diagnostic approach and implications for control. *Parasites & Vectors*, 5 : 135. Doi : 10.1186/1756-3305-5-135.
- Cox F.E.G. (2001).** Concomitant infections, parasites and immune responses. *Parasitology*, 122 (1) : 23-38.
- Crompton D. W. T. (1999).** "How much human helminthiasis are there in the world?" *The Journal of Parasitology*, 85 (3) : 397-403.
- Crompton D.W.T. (2003).** Preparing to control schistosomiasis and soil transmitted helminthiasis in the twenty-first century. *Acta Tropica*, 86 : 121-349.
- Cunningham A. L., Turner R. R., Miller A. C., Para M. F. & Merigan T. C. (1985).** Evolution of recurrent herpes simplex lesions. An immunohistologic study. *Journal of Clinical Investigation*, 75 (1) : 226-233.
- Dabo A., Sacko M., Toure K., Doumbo O. & Diallo A. (1995).** Epidémiologie de la schistosomiase en milieu scolaire péri-urbain de Bamako (République du Mali). *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 88 (1) : 29-34.
- Dancesco P., Jérôme A., Akakpo C., Iamandi I., Kacou E., Quenou F. & Keusse-assi J. (2005).** Les parasitoses intestinales dans un village de Côte d'Ivoire : essai de mise en place d'une stratégie de lutte et de prévention. *Cahiers Santé*, 15 (4) : 5-10.
- Dankoni N., Saotoing P., Tchawé R., Koé V., JL Ndikwé., Njan A.M.N. & Moyou S.R. (2015).** Epidemiological survey on schistosomiasis caused by *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma mansoni* in primary schools in the Sub-Division of Taïbong-Dziguilao, Cameroon. *Journal of Applied Biosciences*, 90 : 8397-8407.

- Dantas G. & Sommer M.O. (2012).** Context matters - the complex interplay between resistome genotypes and resistance phenotypes. *Current Opinion in Microbiology*, 15 : 577-582.
- Dawaki S., AL-Mekhlafi. H.M., , Ithoi I., Ibrahim J., Abdulsalam A.M., Ahmed A., Sady H., Atroosh W.M., AL-Areeqi M.A., Elyana F.N., Nasr N.A & Surin J. (2016).** Prevalence and risk factors of schistosomiasis among hausa communities in kano state, Nigeria. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 58 : 54-78.
- De Clercq D., Vercruyse J., Picquet M., Shaw D.J., Diop M., Ly.A. & Gryseels B. (2000).** The epidemiology of a recent focus of mixed *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma mansoni* infections around the Lac de Guiers in the Senegal River Basin, Senegal. *Tropical Medicine and International Health*, 4 (8) : 544-550.
- Depaquit J., Akhoundi M., Haouchine D., Mantelet S. & Izri A. (2019).** No limit in interspecific hybridization in schistosomes: observation from a case report. *Parasite*, 26 : 10. DOI: 10.1051/parasite/2019010.
- De Silva N.R., Brooker S., Hotez P.J. & Montresor A., Engels D. & Savioli L. (2003).** Soil-transmitted helminth infections: updating the global picture. *Trends Parasitology*, 19 : 547-551.
- De Silva N.R., Guyatt H. & Bundy D. (1997).** Morbidity and mortality due to *Ascaris* induced intestinal obstruction. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 91: 31-36.
- Dejon-Agobé J. C., Honkpehedji Y J., Zinsou J. F., Edoa J.R., Adegbité B.R., Mangaboula A., Agnandji S.T., Mombo-Ngoma G., Ramharter M., Kremsner P.G., Lell B., Grobusch M.P. & Adegnika A.A. (2020).** Epidemiology of schistosomiasis and soil-transmitted helminth coinfections among schoolchildren living in Lambaréné, Gabon. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 103(1) : 325-333.
- Deribew K., Yewhalaw D., Erko B. & Mekonnen Z. (2022).** Urogenital schistosomiasis prevalence and diagnostic performance of urine filtration and urinalysis reagent strip in schoolchildren, Ethiopia. *PLoS ONE*, 17(7) : e0271569.
- Dessein A.J., Marquet S., Henria S., El wali N.E., Hilairea D., Rodrigues V., Pratac A., Ali Q.M., Ghariba B., De Reggi M., Magzoub M.M., Saeed O.K., Abdelhameed A.A. & Abel L. (1999).** Infection and disease in human *schistosomiasis mansoni* are under distinct major gene control. *Microbes and Infection*, 1(7) : 561-567. DOI: 10.1016/s1286-4579(99)80096-3.

- Dianou D., Poda Jean-Noël., Savadogo L.G., Sorgho H., Wango S.P. & Sondo B. (2004).** Parasitoses intestinales dans la zone du complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso. *Vertigo*, 5 (2) : 1-8.
- Dobson, A. & Roberts, M. (1994).** The population dynamics of parasitic helminth communities. *Parasitology*, 109 : 97-108
- Dombor D.D. & Mbaindongoum D. (2019).** Problématique de l'accès à l'eau potable dans la ville d'Abéché au Tchad. *Annales de l'Université de Moundou*, 5(2) : 1-27. ISSN 2304-1056.
- Doumenge J.P. (1992).** Aménagement hydro agricole et santé : peut-on concilier les deux ? *Cahier Santé*, 2 : 85-90.
- Doumenge J.P., Mott K.E., Cheung C., Villenave D., Chapuis O., Perrin M.F. & Reaud-thomas G. (1987).** Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasis / Atlas of the global distribution of schistosomiasis. WHO-CEGET-CNRS, *Presses Universitaires de Bordeaux*, Bordeaux, 1-12.
- DREM (2013).** Ministère de l'Environnement. Division de climatologie. Rapport de février 2013 de la Direction des ressources en eaux et de la météorologie du Tchad : 23p.
- Eckert J. & Deplazes P. (2004).** Biological, epidemiological, and clinical aspects of echinococcosis, a zoonosis of increasing concern. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(1) : 107-35. DOI : 10.1128/CMR.17.1.107-135.
- Edwin J. (2004a).** Lutte contre les helminthiases chez les enfants d'âge scolaire : guide à l'intention des responsables des programmes de lutte Genève, *Organisation Mondiale de la Santé, Série de rapports techniques*, 825 : 245-258.
- Edwin J. (2004b).** Schistosomiase et géohelminthiases : prévention et lutte. Rapport d'un comité d'experts de l'OMS. Genève, *Organisation Mondiale de la Santé, Série de rapports techniques*, 912 : 142-158.
- Egwunyenga O. Andy Ataikiru. & Palmer D. (2005).** Soil-transmitted helminthiasis among school age children in Ethiopia East Local Government Area, Delta State, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4 (9) : 238-241.
- El-Moustapha A. & El-kettani S. (2006).** Prevalence of helminthes in a rural population using wastewater for agricultural purposes at Settat (Morocco). *Santé*, 16 (4) : 245-251.
- Enoka P., Kamga H.L., Yadufashije C. & Hamit M.A. (2022).** Prévalence du portage parasitaire des géohelminthiases intestinales chez les enfants d'âge scolaire dans la ville de Bokito. *Brainae Journal of Business, Sciences, and Technology*, 8(2) : 1-12.
- Eyayu T., Yimer G., Workineh L., Tiruneh T., Sema M., Legese B., Almaw A., Solomon Y.,**

- Malkamu B., Chanie E.S., Feleke D.G., Jimma M.S., Hassen S. & Tesfaw A. (2022).** Prevalence, intensity of infection and associated risk factors of soil-transmitted helminth infections among schoolchildren at Tachgayint woreda, Northcentral Ethiopia. *PLoS ONE*, 17(4): e0266333.
- Faith F.F., Luke E.E. & Joy T.F. (2021).** Prevalence of urinary schistosomiasis among primary school pupils. *Journal of Microbiology and Infectious Diseases*, 11 (1) : 95-104.
- Fall P.A., Berthe H., Diao B., Ndoye A.K., Odzebe A. S., Dangou J.M. & Diagne B.A. (2008).** Localisation vulvaire de la bilharziose. *Progrès en Urologie*, 18 : 327-329.
- Fleiss J.L. (1981).** *Statistical methods for rates and proportions*, 2ème édition, 165-172.
- Fond des Nations Unies pour l'Enfance/UNICEF. (2007).** Focusing Resources on Effective School Health. *www.unesco.org Education – Helminthes et hygiène*: 54p.
- Fonseca M. O., Pang L. W., de Paula C. N., Barone A. A. & Heloisa L. M. (2005).** Randomized trial of recombinant hepatitis B vaccine in HIV-infected adult patients comparing a standard dose to a double dose. *Vaccine*, 23 : 2902-2908.
- Forrester J. E., Scott M. E., Bundy D. A. P. & Golden M. H. N. (1988).** Clustering of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* infections within households. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 82 : 282-288.
- Forsberg K.J., Reyes A., Wang B., Selleck E.M., Sommer M.O. & Dantas G. (2012).** The shared antibiotic resistome of soil bacteria and human pathogens. *Science*, 337(6098) : 1107-1111.
- French M.D., Rollinson D., Basanez M.G., Mgeni A.F., Khami I.S. & Stothard J.R. (2007).** School-based control of urinary schistosomiasis on Zanzibar, Tanzania: monitoring micro-haematuria with reagent strips as a rapid urological assessment. *Journal of Pediatric Urology*, 3 : 364-368.
- Frigerio S., Macario M., Iacovone G., Dussey-Comlavi K.J., Narcisi P., Ndiaye A. T., Moramarco S., Alvaro R., Palombi L & Buonomo E. (2016).** *Schistosoma haematobium* infection, health and nutritional status in school-age children in a rural setting in Northern Senegal. *Minerva Pediatrics*, 68(4) : 282-287.
- Frontera E., Alcaide M., Dominguez-Alpizar J. L., Boes J., Reina D. & Navarrete I. (2005).** Evidence of interaction between *Ascaris suum* and *Metastrongylus apri* in experimentally infected pigs. *Veterinary Parasitology*, 127 : 295-301.

- Fulford A.J.C., Webster M., Ouma J.H., Kumani G. & Dunne D.W. (1998).** Puberty and age-related changes in susceptibility to schistosome infection. *Parasitology Today*, 14(1) : 23-26.
- Gaston A. (1981).** La végétation du Tchad (Nord-Est et Sud-Est du lac Tchad). Thèse de doctorat, Université de Paris XI. 333 pp.
- Gbocho Y.F., Diakite N.R., Akotto O.F. & N’Goran K.E. (2015).** Dynamique des populations des mollusques hôtes intermédiaires de *S. haematobium* et *S. mansoni* de Taabo-village (Sud Côte d’Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(3) : 3939-3953.
- Gershwin L. J., Berghaus L. J., Arnold K., Anderson M.L. & Corbeil L.B. (2005).** Immune mechanisms of pathogenetic synergy in concurrent bovine pulmonary infection with *Haemophilus somnus* and bovine respiratory syncytial virus. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 107 : 119-130.
- Gioda A. (1992.)** Les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets : travaux hydrauliques, santé et développement. *Cahiers Sécheresse*, 3 : 227-234.
- Golvan Y. J. (1983) :** *Eléments de Parasitologie médicale*, 4^e édition Flammarion 571p
- Gomido I., Bachirou Z. S., Boni G., Amoukpo H., Barogui Y.T, Diez G., Houssou C., Sopoh G.E. & Johnsonr.C. (2019).** Facteurs socio démographiques et comportementaux associés aux géohelminthiases en milieu scolaire dans l’arrondissement d’Ahomadegbe, commune de Lalo au Bénin. *Médecine et Santé Publique*, 15(1) : 1-19.
- Green A.E., Anchang-Kimbi J.K., Wepnje G.B., Ndassi V.D. & Kimbi H.K. (2021).** Distribution and factors associated with urogenital schistosomiasis in the Tiko Health District, a semi-urban setting, South West region, Cameroon. *Infectious Diseases Poverty*, 10 (1) : 6-15.
- Gyawali N., Amatya R. & Nepal H.P. (2009).** Intestinal parasitosis in school going children of Dharan municipality, Nepal. *Tropical Gastroenterology*. 30(3) : 145-147.
- Hagan P., El meleigy M. & Traoré M. (1998).** Schistosomiasis research: the end of the beginning. *Parasitology Today*. 14 (10) : 392-394. DOI: 10.1016/s0169-4758(98)01312-x
- Hajissa K., Muhajir A.M.A., Eshag H.A. , Alfadel A., Nahied E , Dahab R., Ali S.M., Mohammed M., Gaafar M. & Mohamed Z. (2018).** Prevalence of schistosomiasis

and associated risk factors among schoolchildren dans la region d'Um- Asher Area, Khartoum, Sudan. *BioMed Central Research Notes*, 11(1): 779 <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3871-y>

- Hall A. & Holland C. (2000).** Geographical variation in *Ascaris lumbricoides* fecundity and its implications for helminth control. *Parasitology Today*, **16** : 540-544.
- Hamit M. A. (2015).** Profil épidémiologique des helminthiases intestinales chez les enfants scolarisés dans deux zones écologiques du Tchad et implication sur la politique sanitaire du Tchad. Thèse de Doctorat Ph.D, Université de Yaoundé 1 : 125p.
- Hamit M.A., Abdelsalam T., Brahim B.O., Mahamat T.T. & Bilong Bilong C.F (2013).** An Epidemiological assessment of the infectious forms of intestinal helminths in schoolchildren from Chad. *Journal of Biology and Life Science*, 4(2) : 341-361.
- Hamit M. A., Fombotioh N., Issa R. A. & Samafou K. (2020).** Epidemiological profile of urinary schistosomiasis in three primary schools in the city of N'Djamena (Chad), *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 7 : 242-246.
- Hamit M. A., Tidjani M. T. & Bilong Bilong C. F. (2008).** Recent data on the prevalence of intestinal parasites in N'Djamena, Chad Republic. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 2 (12) : 407-411.
- Hermann C., Gern L. & Voordouw M. J. (2013).** Species co-occurrence patterns among Lyme borreliosis pathogens in the tick vector *Ixodes ricinus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 79 (23) : 7273-7280.
- Holland C. (2013).** *Ascaris*: the neglected parasite. Trinity College, University of Dublin: 38p.
- Hotez P.J., Bethony J.M., Diemert D.J., Pearson M. & Loukas A. (2010).** Developing vaccines to combat hookworm infection and intestinal schistosomiasis. *Natural Review of Microbiology*, 8(11) : 814-826. Doi: 10.1038/nrmicro2438.
- Hotez P.J., Brooker S., Bethony J.M., Bottazzi M.E., Loukas A. & Xiao S. (2004).** Current concepts: hookworm infection. *New England Journal of Medicine*, 351: 799 -807.
- Hotez P., Bundy D., Beegle K., Brooker S. & Drake L. (2006).** Helminth Infections: Soil-Transmitted Helminth Infections and Schistosomiasis. In: *Disease Control Priorities in Developing Countries*. 2: 467-482. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6179-5/chpt-24>.
- Ibikounlé M., Gbédjissi L.G., Ogouyèmi-hounto A., Batcho W., Kindé-gazard D. & Massougbojji A. (2014).** Schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis among schoolchildren of Nikki and Pèrèrè, two northeastern towns of Benin. *Bulletin de la Société Pathologie Exotique*, 107(1) : 171-176.

- Ibikounlé M., Satoguina J., Fachinan R., Tokplonou L., Batcho W., Kindé-gazard D., Mouahid G., Moné H., Massougbodji A. & Courtin D. (2013).** Épidémiologie de la bilharziose urinaire et des géohelminthiases chez les jeunes scolaires des zones lacustres de la commune de So-Ava, sud-Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 70 : 5632-5639.
- Inocencio R. D. L., Linsuke S., Lutumba P., Hasker E. & Boelaert M. (2017).** Assessment of schistosomiasis and soil-transmitted helminthes prevalence in school-aged children and opportunities for integration of control in local health services in Kwilu Province, the Democratic Republic of the Congo. *Tropical Medicine and International Health*. 22(11) : 1442-1450.
- Institut nationale de la statistique des études économiques et démographique /INSEED (2012). Ministère de la coopération du Tchad.** *Rapport du 2éme recensement général de la population et de l'habitat 2010*, 235p.
- Ives A., Ronet C., Prevel F., Ruzzante G., Fuertes-Marraco S., Schutz F., Zangger H., Revaz-Breton M., Lye L. F., Hickerson S. M., Beverley S. M., Acha-Orbea H., Launois P., Fasel N. & Masina S. (2011).** Leishmania RNA virus controls the severity of mucocutaneous leishmaniasis. *Science*, 331(1) : 775-778.
- Jackson J.A., Friberg I.M., Little S. & Bradley J.E. (2009).** Review series on helminths, immune modulation and the hygiene hypothesis: immunity against helminths and immunological phenomena in modern human populations: coevolutionary legacies? *Immunology*, 126 : 18 - 27.
- Joof E., Sanyang A.M., Camara Y., Sey A.P., Baldeh I., Jah S.L., Ceesay S.T., Sambou S.M. , Saikou Sanyang I.S., Wade C.M. & Sanneh B. (2021).** Prevalence and risk factors of schistosomiasis among primary school children in four selected regions of The Gambia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(5) : e0009380.
- Kariuki H. N., Birgitte J. V., Paul E. S., Henry M., Dunstan A. M., Gachuhi K., Walter G. J. & Benson B. E. (2016).** *Schistosoma haematobium* and soil-transmitted Helminths in Tana Delta District of Kenya: infection and morbidity patterns in primary schoolchildren from two isolated villages. *BMC Infectious Diseases*, 16: 57. DOI: 10.1186/s12879-016-1387-4.
- Kattula D., Sarkar R., Ajjampur S.S.R., Minz S., Levecke B., Muliylil J. & Kang G. (2014).** Prevalence & risk factors for soil transmitted helminth infection among schoolchildren in south India. *Indian journal of medicine research*, 39 (1) : 76-82.
- Katz N., Chaves A. & Pellegrino J. (1972).** A simple device for quantitative stool thick- smear technique in *Schistosomiasis mansoni*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 14 : 397-400.

- Kemba S., Hamit M. A., Nack J., Oyono M.G & Bilong-Bilong C.F. (2022).** Intestinal Helminthiases among schoolchildren in the sahelien and sudanien Zones of Chad: Prvalence and risk factors. *International Journal of Tropical Disease & health*, 43(21) : 15-26.
- Kiazayawoko F., Situakibanza H.N., Mbula M., Bepouka B., Longokolo M., Mandina M., Amaela E., Mbonza A. & Muyilulu J.J. (2017).** Prévalence et déterminants de la schistosomiase intestinale chez les écoliers de l'aire de santé de Lemfu, Province du Kongo-Central, R.D. Congo. *Congo sciences*, 5 (1) : 1-7.
- Kiki-barro P.C.M., Kassi F.K., Konate A., Djohan V., Vanga-Bosson.H., Angora E.K., Bedia-Tanoh A.V., Sebastien M., Yavo W. & Menan E.I.H. (2017).** Prévalence des helminthoses intestinales chez les enfants d'âge scolaire dans le département de San-Pedro, Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Revue internationale des sciences médicales*, 19(3) : 173-178.
- Koelle D.M., Abbo H., Peck A., Ziegweid K. & Corey L. (1994).** Direct recovery of *Herpes simplex virus* (HSV)-specific T lymphocyte clones from recurrent genital HSV-2 lesions. *The Journal of Infectious Diseases*, 169 : 956-961.
- Koné B (2017).** Prevalence des helminthoses intestinales en milieu scolaire et influence des Facteurs socio-economiques dans le Departement de ferkessedougou. Thèse Pharmacie 124p : Abidjan
- Kostoingue B., Tidjani M. T., Mbaideji F. & Hamit M. A. (2002).** Prévalence des parasitoses intestinales chez les enfants de 0 à 5 ans dans la ville de N'Djaména. *Médecine d'Afrique noire*, 49 (12) : 533 -536.
- Lalaye D., Mirjam E., de Bruijn & de Jong Tom P. V.M. (2021).** Impact of a mobile health system on the suppression of *Schistosoma haematobium* in Chad. *American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 105(4) : 1104-108.
- Lambertucci J. R. (1993).** *Schistosoma mansoni*: pathological and clinical aspects. In: *Human Schistosomiasis* (Jordan P., Webbe G & Sturrock R. F. eds), CAB International, Wallingford, 195-235.
- Lariviere M. (1987).** Les helminthoses. *Parasitologie médicale*, Paris : édition Marketing : 85-179 .
- Larocque R., Casapia M., Gotuzzo E. & Gyorkos T.W. (2005).** Relationship between intensity of soil-transmitted helminth infections and anemia during pregnancy. The American Society of Tropical Medicine and Hygiene. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 73 (4) : 783-789.

- Latini K. V., Junod P. N., Graf J. D. & Stoermann C. C. (2009).** Analyse d'urines : l'ABC du praticien. *Revue Médicale Suisse*, 5(1) : 1870-1875.
- Lehman L.G., Kouadjip N. L. & Bilong-Bilong, C.F. (2012).** Diagnostic des parasitoses intestinales à l'aide de la microscopie à fluorescence. *Médecine d'Afrique Noire*, 59(7) : 378-385.
- Lello J., Boag B., Fenton A., Stevenson I.R. & Hudson P. J. (2004).** Competition and mutualism among the gut helminthes on a mammalian host. *Nature*, 428 (6985) : 840-844.
- Lohr J. N., Yin M. & Wolinska J. (2010).** Prior residency does not always pay off – co-infections in *Daphnia*. *Parasitology*, 137 : 1493-500.
- Madsen, H. (1984). The effect of water conditioned by either *Helisoma duryi* or *Biomphalaria camerunensis* on the growth and reproductive of juvenile *B. camerunensis* (Pulmonata, Planorbidae). *Journal of Applied Ecology*, 21 : 757-772.
- Mahamat-Saleh M., Diallo MD., Sarr PS., Ndiaye O., Goalbaye T., Niang K., Goy S., Ndiaye D., Guisse A. (2016).** Diversité floristique des peuplements ligneux des trois sites du tracé de la grande muraille verte du Tchad. *Annales des Sciences agronomiques*, (20) : 1-12.
- Mahiane S.G., Nguéma E.P.N., Pretorius C. & Auvent B. (2010).** Mathematical models for coinfection by two sexually transmitted agents: the human immunodeficiency virus and herpes simplex virus type 2 case. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 59(4) : 547-572.
- Marvá M., Venturino E. & de la Parra R. B. (2015).** A time scales approach to coinfection by opportunistic diseases. *Journal of Applied Mathematics*, 1:10. DOI: 10.1155/2015/275485
- Masaku J., Njomo D.W., Njoka A., Okoyo C., Mutungi F.M. & Njenga S.M. (2020).** Soil-transmitted helminths and schistosomiasis among pre-school age children in a rural setting of Busia County, Western Kenya: a cross-sectional study of prevalence, and associated exposures. *BMC Public Health*, 20 : 356 <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08485-z>.
- Matsinkou M.R .R., Yamssi C., Mbong E. M., Noumedem A.C.N., Tateng N.A.,1 Megwi L, & Payne V.K.(2021).** Intestinal helminth infections and associated risk factors among school-aged children of Bamendjou Community, West Region of Cameroon. *Journal of Parasitology Research*, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2021/6665586>.

- M'Bondoukwé N.P., Kendjo E., Mawili-mboumba D.P., Lengongo K.J.V., Mbouoronde O.C., Nkoghe D., Touré F. & Bouyou-akotet M.K. (2018).** Prevalence of and risk factors for malaria, filariasis, and intestinal parasites as single infections or coinfections in different settlements of Gabon, Central Africa. *Infectious Diseases of Poverty*, 7 (1) : 6. Doi : 10.1186/s40249-017-0381-4.
- M'Bra R.K., Kone B., Yapi Y.G., Silué K.D., Sy I., Vienneau D., Soro N., Cissé G. & Utzinger J. (2018).** Risk factors for schistosomiasis in an urban area in northern Côte d'Ivoire. *Infectious Diseases of Poverty*, 7(1) : 47. <https://doi.org/10.1186/s40249-018-0431-6>.
- Mbuh J., Ntonifor H. & Ojong J. T. (2010).** The incidence, intensity and host morbidity of human parasitic protozoan infections in gastrointestinal disorder outpatients in Buea SubDivision, Cameroon. *Journal Infection Developing Countries*, 4 : 38-43.
- Messou E., Swai S., Hoopman R. & Van hell L. (1997).** Impact de l'assainissement et de l'hygiène domestique sur l'incidence de l'ascaridiase et de l'ankylostomiase chez les enfants de 2-4 ans dans les zones rurales de Côte d'Ivoire. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 90 : 48-50.
- Ministère de l'Agriculture /MINAGRI (2013).** *Plan quinquennal du développement de l'agriculture au Tchad*. : 58p.
- Ministère de la Fonction Publique, du Travail et de l'Emploi /MINFOPTE (2015).** *Politique Nationale de l'Emploi et de la Formation Professionnelle au Tchad* : 78p.
- Moller A.P., Merino, S., Brown C.R. & Robertson R.J. (2001).** Immune defense and host sociality: a comparative study of swallows and martins. *The American Naturalist*, 158 (2) : 136-145.
- Montresor A., Crompton D. W. T., Gyorkos T. W. & Savioli L. (2004).** Lutte contre les helminthiases chez les enfants d'âge scolaire : guide à l'intention des responsables des programmes de lutte. *Organisation mondiale de la Santé*, Genève, Suisse : 1-29.
- Montresor A., Crompton D.W.T. & Savioli L. (2002).** Helminth control in school-age children: a guide for managers of control programs. *World Health Organization Technical Report Series*. Document WHO/CDS/CPC/SIP/99: 107p.
- Morenikeji O., Quazim J., Omoregie C., Hassan A., Nwuba R., Anumudu C., Adejuwon S., Salawu O., Jegede A., Odaibo A., Anumudu C., Adejuwon S., Salawu O., Jegede A. & Odaibo A. (2014).** A cross-sectional study on urogenital schistosomiasis

in children; haematuria and proteinuria as diagnostic indicators in an endemic rural area of Nigeria. *African Health Sciences*, 14(2) : 390-396.

- Moser W., Batil A.A., Ott R., Abderamane M., Clements R., Wampfler R., Poppert S., Steinmann P., Allan F. & Greter H. (2022).** High prevalence of urinary schistosomiasis in a desert population: results from an exploratory study around the Ounianga lakes in Chad. *Infectious Diseases of Poverty*, 11: 5. <https://doi.org/10.1186/s40249-021-00930-4>
- Mousson L., Martin E., Zouache K., Madec Y., Mavingui P. & Failloux A. B. (2010).** Wolbachia modulates Chikungunya replication in *Aedes albopictus*. *Molecular Ecology*, 19(9) : 1953-1964. Doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04606.x.
- Mousson L., Zouache K., Arias-Goeta C., Raquin V., Mavingui P. & Failloux Anna-Bella. (2012).** The native Wolbachia symbionts limit transmission of dengue virus in *Aedes albopictus*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(12): e1989. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001989>.
- Ndukwe Y.E., Obiezue R.N.N., Aguzie I.O.N., Anunobi J.T. & Okafo F.C. (2019).** Mapping of urinary schistosomiasis in Anambra State, Nigeria. *Annals of Global Health*. 85(1) : 52 : 1–10. DOI: <https://doi.org/10.5334/aogh.2393>
- N’Gbesso J-P N., N’Guessan N.A., Assaré R.K., Orso M.N., N’Dri K & Yapi A. (2017).** *Epidémiologie de la schistosomose dans la localité d’Ahoué au Sud de la Côte d’Ivoire. International Journal of Innovation and Applied Studies*, 21(3) : 378-387.
- N’Goran K. E., Diabaté S., Utzinger J., & Sellin B. (1997)** Changes in human schistosomiasis levels after the construction of two large 99 hydroelectric dams in central Côte d’Ivoire. *Bulletin of World Health Organisation*, 75 : 541-545.
- Ngui R., Ishak S., Chuen C.S., Mahmud R. & Lim Y.A.L. (2011).** Prevalence and risk factors of intestinal parasitism in rural and remote West Malaysia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(3) : 1-7.
- Nicolas B. (1980).** Parasites des Animaux Domestiques à la Réunion. Inventaire Moyens de Lutte. Les Parasites Internes. 37-76.
- Njunda A.L., Fon S.G., Assob J.C., Nsagha D.S., Kwenti T.D. & Kwenti T.E. (2014).** Coinfection with malaria and intestinal parasites, and its association with anaemia in children in Cameroon. *Infectious Diseases of Poverty*, 4 : 43. Doi.org/10.1186/s40249-015- 0078-5.

- NKengazong L., Njiokou F., Wandji S., Teukeng F., Enyong P. & Asonganyi P. (2010).** Prevalence of soil transmitted helminths and impact of Albendazole on parasitic indices in Kotto Barombi and Marumba II villages (South- West Cameroon). *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4 (3) : 115-121.
- Nolan T. J. & Smith, G. (1995).** Time series analysis of the prevalence of endoparasitic infections in cats and dogs presented to a veterinary teaching hospital. *Veterinary Parasitology*, 59(2) : 87-96.
- Nozais J.P. (1998).** Maladies parasitaires et péril fécal : les maladies dues aux helminthes. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 91 (5) : 416-422.
- OCHA. Profil du Ouaddaï, Novembre 2012 [Internet]. [Cité 24 mai 2017]. Disponible sur:http://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2013/05/Profil_du_Ouaddai,_Novembre_2012.pdf
- O’Lorcain P. & Holland C.V. (2000).** The public health importance of *Ascaris lumbricoides*. *Parasitology*, 121 : 51-71.
- Opara K.N., Akomalafe R.T., Udoidung N.I., Afia U.U. Yaro C.A. & Bassey B.E. (2021a).** Urogenital schistosomiasis among primary school children in Rural Communities in Obudu, Southern Nigeria. *International Journal of Maternal and Child Health and AIDS*, 10 (1) : 70-80.
- Opara K.N., Wilson E.U., Yaro C.A., Alkazmi L., Udoidung N.I., Chikezie F.M., Bassey B.E. & El-Saber B.G. (2021b).** Prevalence, risk factors, and coinfection of urogenital schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis among Primary School Children in Biase, Southern Nigeria. *Journal of Parasitology Research* <https://doi.org/10.1155/2021/6618394>
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (1983).** Cellophane fecal thick smear examination technique for diagnosis of intestinal schistosomiasis and gastrointestinal helminthiasis infections. *WHO/CDS/SIP/82* : 32p
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (1985).** *Lutte contre la schistosomiase*. Rapport Technique n° 728, OMS, Genève : 98 p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (1987).** Technologie de l’Approvisionnement en Eau et de l’Assainissement dans les Pays en Développement. Genève : OMS, 1987. P 10R37
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (1994).** Planches pour le diagnostic des parasites intestinaux. *WHO/CDS/CPE/SMT/1993* : 32p

- Organisation Mondiale de la santé/OMS. (1993).** Infestation et anémie ankylostomienne. *Séries de rapports techniques*. 876 : 57p
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2002a).** Schistosomiase et géohelminthiases : prévention et lutte. Rapport d'un Comité d'experts de l'OMS. *Genève, Série de Rapports techniques*, 912 : 1-57.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2002b).** Stratégies recommandées par l'O.M.S. contre les maladies transmissibles – prévention et lutte. *WHO/CDS/CPE/SMT/2001.13* : 151p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2003).** Analyse de la situation de Bilharziose au Tchad. *Série de Rapports techniques, OMS Tchad*, 432 : 30p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2004a).** *Lutte contre les helminthiases chez les enfants d'âge scolaire guide à l'intention des responsables des programmes de lutte.* Bibliothèque de l'OMS. ISBN 92 425 45 56 2 : 70 p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2004b).** Schistosomiase et géohelminthiases : prévention et lutte. *Série de rapports techniques* 912 : 77p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2004c).** Liens entre l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé : faits et chiffres. Genève. *Bulletin de L'organisation Mondiale de la Santé*, 77 : 30p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2005).** Enquête sur les parasitoses intestinales dans les écoles et les jardins d'enfants. *Séries de rapports techniques, OMS CAP-VERT* (45) : 55p.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2006a).** Lutte contre les parasitoses intestinales. *Séries de rapports techniques, Genève*, 749 : 34-40.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2006b).** Relevé épidémiologique hebdomadaire. *Séries de rapports techniques, Genève*, 1681 : 145-164.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2006c).** Weekly epidemiological record. 81 n°16: 145-164.(<http://www.who.int/wer>).
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2008).** Chimio-prévention des helminthiases chez l'homme : utilisation coordonnée des médicaments anthelminthiques pour les interventions de lutte : *manuel à l'intention des professionnels de la santé et des administrateurs de programmes* : 74p
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2010).** La schistosomiase au Tchad. *Séries de rapports techniques : OMS TCHAD*, 20p.

- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2012).** Lutte contre les helminthiases chez les enfants d'âge scolaire. *Guide à l'intention des responsables des programmes de lutte* : 89p. http://www.who.int/neglected_diseases/en
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2013).** Schistosomose : nombre de personnes traitées en 2011. *Wkly Epidemiological Record* ; 8 : 81-88.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2015a).** Schistosomiase (Bilharziose). Aide-mémoire. OMS ; 115.
- Organisation Mondiale de la santé/OMS (2015b).** Water Sanitation & Hygiene for accelerating and sustaining progress on Neglected Tropical Diseases - A Global Strategy 2015-2020. Genève.
- Oyono M.G., Fosso S., Njua-yafi C., Lehman L.G. & Bilong-Bilong.C.F (2022).** Co-occurrence of Intestinal Parasites among schoolchildren of Akonolinga, Centre Region of Cameroon: Emergency Need to Reduce the Health Divide. *International Journal of Tropical Disease & Health.*, 43 (22) : 20-30.
- Oyono M.G., Lehman LG. & Bilong-Bilong C.F. (2019).** Multiparasitism among schoolchildren of Akonolinga, Nyong and Mfoumou Division, Centre Region of Cameroon. *Journal of Biological and Live Sciences*, 10(2) : 90-105.
- Payne L.G., Koski K.G., Ortega-barria E. & Scott M.E. (2007).** Benefit of vitamin A supplementation on *Ascaris* reinfection is less evident in stunted children. *Journal of Nutrition*, 137(1) : 1455-1459.
- Pedersen A.B. & Fenton A. (2007).** Emphasizing the ecology in parasite community ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 22 (3) :133-139.
- Perry J.A. & Wright G.D. (2013).** The antibioatic resistance “mobilome”: searching for the link between environment and clinic. *Frontiers in Microbiology*, 4(138) : 1-7 doi.org/10.3389/fmicb.2013.00138.
- Petney T.N. & Andrews R.H. (1998).** Multiparasite communities in animals and humans: frequency, structure and pathogenic significance. *International Journal for Parasitology*, 28 (3) : 377-393.
- Pias J. (1970).** La végétation du Tchad. Ses rapports avec les sols. Variations paléobotaniques au Quaternaire. Paris, ORSTOM, 47p.
- Plan National de Développement Sanitaire II/PNDS2. 2013_2015.** Ministère de la santé publique du Tchad. <https://www.santetchad.Org/file/151097>

- Poda J.N., Dianou D., Kambou T., Sawadogo B. & Sondo B. (2001).** Etude comparative de trois foyers bilharziens à *Schistosoma haematobium* au Burkina Faso. *Bulletin Society Pathology Exotique*, 94 (1) : 25-28.
- Poda J.N., Parent G. & Sondo K.B. (2004).** Evolution récente des schistosomoses dans le complexe hydroagricole du Sourou au Burkina Faso. *Bulletin Société Pathologie Exotique*, 97 (1) : 15-18.
- Poda J.N. & Sawadogo L. (1994).** Hôtes intermédiaires et prévalences de la bilharziose au Burkina Faso. *Science et Technique*, 20 (1) : 54-67.
- Poda J.N, Sondo B. & Parent G. (2003).** Impact of water resource installations on the distribution of schistosomiasis and its intermediary hosts in Burkina Faso. *Santé*, 13 (1) : 49-53.
- Pointier J.P., Guyard A. & Mosser A. (1989).** Biological control of *Biomphalaria glabrata* and *B. straminea* by the competitor snail *Thiara tuberculata* in a transmission site of schistosomiasis in Martinique, French West Indies. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 83(1) : 263-269.
- Poulin R. (2001).** Interactions between species and the structure of helminth communities. *Parasitology*, 122(1) : S3-S11.
- Programme National de Lutte contre la Schistosomiase et les Helminthiases Intestinales au Cameroun/PNLSHI (2005).** Plan stratégique 2005-2010 : 92p.
- Pullan R.L., Smith J.L., Jasrasaria R. & Brooker S.J. (2014).** Global numbers of infection and disease burden of soil-transmitted helminth infections. *Parasites & Vectors*, 7 : 37.
- Råberg, L., Graham, A.L. & Read, A.F. (2009).** Decomposing health: tolerance and resistance to parasites in animals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1) : 37-49.
- Råberg L., Sim D. & Read A. F. (2007).** Disentangling genetic variation for resistance and tolerance to infectious diseases in animals. *Science*, 318 (1) : 812-814.
- Ripert C., Pajot F.X., Magnaval J.F., Glickman L., Angot V. & Touratier L. (1998).** Bilharzioses humaines à *Schistosoma japonicum* et à *Schistosoma mekongi*. In Epidémiologie des maladies parasitaires. Helminthiases, *Editions médicales internationales* : 255-261.
- Rohde K. (2003).** Understanding the biodiversity, ecology and evolution of parasites: *central problems and how to solve them p: 185-198 In, Taxonomy, ecology and evolution of metazoan parasites*, Livre d'hommage à l'Ecologie (éditions PUP, Perpignan, France)

- Roossinck M.J. (2011).** The good viruses: viral mutualistic symbioses. *Nature Review Microbiology*, 9(2) : 99-108.
- Ruto J. & Mulambala H.C.S. (2016).** Epidemiology of parasitism and poly-parasitism involving intestinal helminths among schoolchildren from different residential settings in Nandi County, Kenya. *CHRISMED Journal of Health and Research*, 3 (3) : 168-172.
- Safi N., Warusavithana S., Alawi S.A.S., Atta H., Montresor A. & Gabrielli A.F. (2019) .** Elimination of morbidity due to soil-transmitted helminthiases among Afghan schoolchildren. *Acta Tropica*: 197:105035. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.05.026.
- Saotoing P., Tsakwat V. & Njan Nlôga A-M. (2019).** Prévalences des parasitoses intestinales et urinaires chez les populations riveraines du petit barrage de retenue d'eau de Mokolo, Région de l'Extrême-Nord Cameroun. *Journal of Applied Biosciences* 140 : 14215-14226.
- Seid K., Hella J., Knopp S., Nassoro T., Shija N., Aziz F., Mhimbira F., Schindler C., Mwingira U., Mandalakas A.M., Manji K., Tanner M., Utzinger J.& Fenner L. (2017).** Schistosoma, other helminth infections, and associated risk factors in preschool-aged children in urban Tanzania. *PLOS Neglected Tropical Diseases* : 1-20.
- Sellin B. & Boudin C. (1981).** Les schistosomes en Afrique de l'Ouest. *Etude. Médicale* (1) : 3-86.
- Sellin B., Rey J. L., Simonkovich E., Sellin E. & Mouchet F. (1986).** Essai de lutte par chimiothérapie contre *Schistosoma haematobium* en zone irriguée sahélienne au Niger. *Médecine Tropicale*, 46 : 21-30.
- Sellin B., Simonkovich E., Ovazza L., Desfontaine M., Sellin E. & Rey J. L. (1983).** Essai de lutte par chimiothérapie au Métrifonate contre « *Schistosoma haematobium* » en zone de savane sèche de Haute-Volta. *Médecine Tropicale*, 43 (4) : 1-6
- Senkwe M.N., Berta K.K., Yibi S.M., Sube J., Bidali A., Abe A., Onyeze A., Ajo J.P.H., Pascale J.R., Ndenzako F. & Olu O.O. (2022).** Prevalence and factors associated with transmission of schistosomiasis in school-aged children in South Sudan: a cross-sectional study. *Pan African Medical Journal*. 42(1) : 2. doi: 10.11604/pamj.suppl.42.1.34006.
- Serhier Z., Bendahhou K., Ben Abdelaziz A. & Bennani M.O. (2020).** Methodological sheet n°1: How to calculate the size of a sample foran observational study? *Tunisie Médicale*, 98(1) : 1-7.

- Sherlock C., Xifara T., Telfer S. & Begon M. A. (2013).** A coupled hidden Markov model for disease interactions. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C, Applied statistics*, 62(4) : 609-627. Doi: 10.1111/rssc.12015.
- Siza J.E., Kaatano G.M., Jong-yil C., Eom K.S., Han-jong R., Tai-soon Y., Duk-young M., Chang S.Y, Ko Y. & Changalucha J.M. (2015).** Prevalence of schistosomes and soil-transmitted helminths among Schoolchildren in Lake Victoria Basin, Tanzania. *Korean Journal Parasitology*, 53(5) : 515-524.
- Snounou, G. & White, N.J. (2004).** The co-existence of *Plasmodium*: sidelights from falciparum and vivax malaria in Thailand. *Trends in Parasitology*, 20 : 333-339.
- Sow S., de Vlas S.J., Stelma F., Vereecken K., Gryseels B. & Polman K.(2011).** The contribution of water contact behavior to the high *Schistosoma mansoni* infection rates observed in the Senegal River Basin. *BMC Infectious Diseases*, 11: 198.
- Stacy A., Everett J., Jorth P., Trivedi U., Rumbaugh K. P. & Whiteley M. (2014).** Bacterial fight-and-flight responses enhance virulence in a polymicrobial infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (21) : 7819-7824.
- Stancampiano L., Mughini G.L. & Poglayen G. (2010).** Spatial niche competition among helminth parasites in horse's large intestine. *Veterinary Parasitology*, 170 (1-2) : 88-95.
- Staudacher O., Heimer J., Steiner F., Kayonga Y., Havugimana J.M. & Ignatius R. (2014).** Soil-transmitted helminths in southern highland Rwanda: associated factors and effectiveness of school-based preventive chemotherapy. *Tropical Medicine and International Health*, 19 (7) : 812–824.
- Steinmann P., Zhou Xiao-Nong., Li Yuan-Lin., Li Hong-Jun., Chen Shao-Rong., Yang Z., Fan W., Jia Tie-Wu., Li Lan-Hua., Vounatsou P. & Utzinger J. (2007).** Helminth infections and risk factor analysis among residents in Eryuan county, Yunnan province, China. *Acta Tropica*, 104 (1) : 38 -51. doi: 10.1016/j.actatropica.2007.07.003.
- Stelma F.F., Talla I., Ploman K., Niang M., Sturrock R.F., Deelder A.M. & Gryssels B. (1993).** Epidemiology of *Schistosoma mansoni* infection in a recently exposed community in northern Senegal. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 6(1) :701-706.
- Stephenson L.S., Latham M.C. & Ottesen E.A. (2000).** Malnutrition and parasitic helminth infections. *Parasitology*, 56 (121) : 23-38.
- Stiehm E. R. (2006).** Disease versus disease: how one disease may ameliorate another. *Pediatrics*, 117 : 184-191.

- Sulieman Y., Eltayeb R.E., Pingsakul T., AFIFI A., Mohamed A. ZAKARIA M.A. (2017).** Epidemiology of urinary schistosomiasis among schoolchildren in the Alsaial Alsagair Village, River Nile State, Sudan. *Iran Journal Parasitology*, 12(2) : 284-291.
- Sumbele I.U.N., Tabi D.B., The R.N. & Njunda A.L. (2021).** Urogenital schistosomiasis burden in school- aged children in Tiko, Cameroon: a cross- sectional study on prevalence, intensity, knowledge and risk factors. *Tropical Medicine and Health*. 49 (1) :75. <https://doi.org/10.1186/s41182-021-00362-8>.
- Supali T., Verweij J.J., Wiria A.E., Djuardi Y., Hamid F., Kaisar M.M., Wammes L.J., Van Lieshout L., Luty A.J., Sartono E. & Yazdanbakhsh M. (2010).** Polyparasitism and its impact on the immune system. *International Journal for Parasitology*, 40 (10) : 1171-1176.
- Tchuem Tchuenté L.A., Behnke J.M., Gilbert F.S., Southgate V.R. & Vercruysse J. (2003).** Polyparasitism with *Schistosoma haematobium* and soil-transmitted helminth infections among schoolchildren in Loum, Cameroun. *Tropical Medicine & International Health*, 8 (11) : 975-986.
- Tchuem Tchuenté L.A., Romuald I. K. N., Sumo L., Ngassam P., Calvine D. N., Deguy D. L. N., Dankoni E., Kenfack C. M., Feussom N. G., Akame J., Tarini A., Yaobi Z. & Angwafo F. F. (2012).** Mapping of Schistosomiasis and Soil-Transmitted Helminthiasis in the Regions of Centre, East and West Cameroon. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 6(3) : e1553.
- Tefera E., Belay T., Mekonnen S.K., Zeynudin A. & Belachew T. (2017).** Prevalence and intensity of soil transmitted helminths among schoolchildren of Mendera Elementary School, Jimma, and Southwest Ethiopia. *PanAfrican Medical Journal*, 27(1): 88. doi: 10.11604/pamj.2017.27.88.8817.
- Thomas F., Guégan J.F. & Renaud F. (2012).** Ecologie et évolution des systèmes parasites : *Cours. Bruxelles : De Boeck*, 2^e edition. 64p.
- Toure A., Traore C., Sacko M., Kamate B. & Bayo S. (2000).** Les schistosomiasis tissulaires au Mali : à propos de 215 cas. *Mali Médical*. 15(3) : 29-31.
- Towa G. (2005).** Situation des helminthoses intestinales en milieu scolaire en zone forestière de transition. Thèse Pharmacie 112p : Abidjan,
- Traub R.J., Robertson I.D. & Irwin P. (2004).** The prevalence, intensities and risk factors associated with geohelminth infection in teagrowing communities of Assam, India. *Tropical Medicine and International Health*, 9 (6) : 688-701.

- Ugbomoiko U.S., Dalumo V., Ariza L., Bezerra F.S.M. & Heukelbach J. (2009).** A simple approach improving the performance of urine reagent strips for rapid diagnosis of urinary schistosomiasis in Nigerian schoolchildren. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 104(3) : 456-461.
- Van de Perre P., Segondy M., Foulongne V., Ouedraogo A., Konate I., Huraux J. M., Mayaud P. & Nagot N. (2008).** *Herpes simplex* virus and HIV-1: deciphering viral synergy. *The Lancet Infectious Diseases*, 8 : 490-497.
- Vaumourin E., Vourc'h G., Gasqui P. & Vayssier-Taussat M. (2015).** The importance of multiparasitism: examining the consequences of co-infection for human and animal health. *Parasites & Vectors*, 8 : 545. Doi 10.1186/s13071-015-1167-9
- Vautrin E. & Vavre F. (2009).** Interactions between vertically transmitted symbionts: cooperation or conflict? *Trends in Microbiology*, 17 (1) : 95-99.
- Viney M. E. & Graham A. L. (2013).** Patterns and processes in parasite co-infection. *Advances in Parasitology*, 82 (1) : 321-369.
- Visclosky T., Hashikawa A. & Kroner E. (2022).** Discovery of a hidden schistosomiasis endemic in the Salamat region of Chad, Africa. *Global Health Science Practice*, 10(1):e2000703.
- Webster B. L., Tchuem Tchuenté L. A., Jourdane J., & Southgate V. R. (2005).** The interaction of *Schistosoma haematobium* and *S. guineensis* in Cameroon. *Journal of Helminthology*, 79 (3) :193-197. DOI: 10.1079/joh2005306. PMID: 16153312.
- Weilin Z., Pallavi M., Xin X., Liang P., Luyi Z., Xi H., Yongshu H., Lynette J.M., Liwang C., Zhaoqing Y. (2020).** Associations among Soil-Transmitted Helminths, G6PD Deficiency and Asymptomatic Malaria Parasitemia, and Anemia in Schoolchildren from a Conflict Zone of Northeast Myanmar. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 102(4) : 851-856 doi: 10.4269/ajtmh.19-0828.
- Weldesentbet H., Worku A. & Shumbej T. (2019).** Prevalence, infection intensity and associated factors of soil-transmitted helminths among primary school children in Gurage zone, South Central Ethiopia: a cross-sectional study design. *BMC Research Notes*, 12 : 231. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4254-8>
- Wood C.L., Byers J.E., Cottingham K.L., Donahue M.J. & Blakeslee A.M. (2007).** Parasites alter community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104 (22) : 9335-9339.
- Woolhouse M. E. J. & Chandiwana S. K. (1990).** The epidemiology of schistosome infection of snails: taking the theory into field. *Parasitology Today*, 6 (3) : 65-70.

Yeng-giang B. (2007). Helminthes et protozoaires : Comment s'y retrouver sans y perdre son latin ! *Le médecin du Québec*, 42 (3) : 47-53.

Young-Ha L., Jin-Su L., Hoo-Gn J., In-Sun K., Mohamed A.S. & Sung-Tae H. (2019). Epidemiological survey on schistosomiasis and intestinal helminthiasis among Village Residents of the Rural River Basin Area in White Nile State, Sudan. *Korean Journal Parasitology*, 57(2) : 135-144.

ANNEXES

Annexe 1

FICHE D'ENQUETE

A-FORMULAIRE D'ECOLE

1- Ecole _____ Date __/__/____

Ville _____ Arrondissement et Quartier _____

Effectif : _____

Nombre total d'élèves _____ Nombre de filles _____ Nombre de garçons _____

Nombre de classes _____ Nombre d'enseignants _____

2-Eau

L'école est-elle approvisionnée en eau ? Oui Non

Nature de l'approvisionnement en eau _____

Existe-t-il des sources d'eau à proximité de l'école ? Oui Non

Nature de ces sources (Puits, Rivière ou fleuve, Lac, Etang) : _____

3-Assainissement

L'école possède-t-elle des latrines ? Oui Non

Etat et nombre des latrines : _____

4-Existe-t-il des animaux domestiques dans l'école ? Oui Non

Si oui,

nombre _____ Espèces _____

5-Services sanitaires

Etablissement de soins le plus proche :

Type _____ Distance _____ km

6-Traitement

Nombre d'enfants traités pour une helminthiase : _____

Nombre d'enfants traités pour une schistosomiase : _____

Le Directeur

B - Identification

1-Ville: _____

2- Quartier : _____

3- Arrondissement _____

4- Ecole : _____

5- Classe : _____

6-Nom (n°) : _____

7- Age : _____

8- Sexe : _____

9- Nombre total des personnes dans la concession : _____

10- Profession du père : _____

11- Profession de la mère: _____

11-Type d'habitation :

a) Crépie moderne

b) Traditionnelle : - Terre battue

- en pailles

Sol cimenté non cimenté

12- Cohabitation avec les animaux domestiques :

Oui

Non

Si oui,

nombre _____

Espèces _____

C - Nutrition

1- Eau de cuisson des aliments :

a) Eau de puits

b) Eau de source

c) Eau des pluies

d) Eau de la S.T.E.E.

2- Si c'est de l'eau de la S.T.E.E.

a) Disponible à la maison b) Borne fontaine (_____ Km)

3- Mode de collecte et stockage de l'eau : _____

4- Mode de transport d'eau : _____

5- Mode d'alimentation :

a) A la main

b) Avec la cuillère

- Collectif

Plat- Individuel

- Chaud

- Froid

D- **SANITAIRE**

1- WC dans la concession : Nombre

a) Traditionnels : Couvert

Non couvert

Sol : Cimenté

Non cimenté

b) Modernes

c) Absentes

Si disponible, les utiliser-vous ?

Oui

Non

Si oui, toujours

Souvent

Quelquefois

2- Utilisez-vous du «Bouillard »?

Oui

Non Utilisez-vous

du papier hygiénique dans le WC :

Oui

Non

Si c'est OUI :

Habituellement

Toujours

De temps en temps

3- Lavage des mains avec du savon au retour du WC : Oui

Non

Si c'est Oui : Habituellement

Toujours

De temps en temps

4- Existe-il un point d'eau près de votre maison ? Oui

Non

Si oui précisez le type (Puits, Rivière ou fleuve, Lac, Etang) _____

5- Où faites-vous la lessive ? _____

6- Où faites-vous la vaisselle ? _____

7- Où faites-vous votre bain ? _____

8- Avez-vous pris des médicaments anti-helminthiques une fois dans votre vie ?

Annexe 2

Fiche de Consentement éclairé

Investigateur : Mahamat Hassan Abdel-Aziz

Ville :

Tel : 66.97.73.47

Quartier :.....

Doctorant-Parasitologie médicale

Date :.....

Université de Yaoundé I

N° d'inclusion :

Je soussigné Mme, Mlle, Mr/.....Parent
ou Tuteur légal de l'élève :.....

J'atteste avoir reçu une invitation pour mon enfant à participer au travail de recherche intitulé «Evaluer les prévalences des schistosomiasés et des géohelminthiasés dans la province du Ouaddaï au Tchad » menée par *M. MAHAMAT HASSAN Abdel-Aziz* étudiant en Doctorat/PhD à l'Université de Yaoundé I. En effet, j'ai bien compris la notice d'information qui m'a été remise concernant cette étude. J'ai bien compris le but et les objectifs de cette recherche et j'ai reçu toutes les réponses aux questions que j'ai posées. Les risques encourus par mon enfant ainsi que les bénéfices m'ont été présentés et expliqués. Aussi, j'ai bien compris que je suis libre d'accepter ou de refuser que mon enfant participe. Toutefois, mon consentement ne décharge pas l'investigateur principal de la recherche de leurs responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi. A cet effet, j'accepte librement que mon enfant participe à cette recherche et de répondre aux questions de l'enquête et de fournir un échantillon de selles fraîches et un échantillon d'urine.

Investigateur principal

Parent ou tuteur légal

Annexe 3

REPUBLIQUE DU TCHAD ----- PRÉSIDENCE DE TRANSITION ----- PRIMATURE ----- MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION ----- SECRETARIAT D'ÉTAT ----- SECRETARIAT GÉNÉRAL ----- COMITÉ NATIONAL DE BIOÉTHIQUE DU TCHAD ----- SECRETARIAT GÉNÉRAL	Union - Travail - Progrès وحداء - عمل - تقدم		جمهورية تشاد ----- رئاسة الإنتقالي ----- رئاسة الوزراء ----- وزارة التعليم العالي والبحث والابتكار ----- أمانة الدولة في التعليم العالي والبحث والابتكار ----- الأدارة العامة ----- اللجنة الوطنية التشادية لأخلاقيات البحث ----- الأمانة العامة
N° <u>004</u> PT/PM/MESRI/SE/SG/CNBT/SG/2023			N'Djaména, le 12 1 MARS 2023

CLAIRANCE ETHIQUE

A
M. MAHAMAT HASSAN ABDELAZIZ
Université de Yaoundé 1, Cameroun

Monsieur,

Votre protocole de recherche intitulé « *Epidémiologie de la schistosomiase et des géohelminthiases chez les enfants dans la province du Ouaddaï au Tchad* » a été examiné par le Comité National de Bioéthique du Tchad (CNBT) durant sa session ordinaire tenue à son siège à N'Djaména, le samedi 31 décembre 2022.

Nous vous informons à cet égard, que votre protocole répond aux normes éthiques et scientifiques générales pour la recherche impliquant les humains. Il n'entraîne aucun risque majeur pour la santé des participants.

Ainsi, nous avons le plaisir de vous délivrer la présente clairance éthique. Toutefois, le Comité vous demande de bien vouloir lui transmettre le rapport final de votre étude.

Avec les meilleurs souhaits du Comité pour le succès de votre projet.

Le Président du Comité National de Bioéthique du Tchad



Prof. RÉOUNODJI FRÉDÉRIC

Annexe 4

REPUBLIQUE DU TCHAD
PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE
MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE
DIRECTION GENERALE
DELEGATION SANITAIRE PROVINCIALE
DU OUADDAI
N° 178 /PR/MSP/DG/DSPO/2020

UNITE - TRAVAIL - PROGRES

NOTE DE SERVICE (Portant autorisation de recherche)

Conformément au cursus universitaire, l'étudiant **MAHAMAT HASSAN ABDEL-AZIZ** étudiant en Doctorat/PhD, option : **Parasitologie** à l'Université de Yaoundé est tenu de faire des recherches en vue de la soutenance d'un Doctorat/PhD en Biologie des Organismes Animaux. Ce travail a pour thème : Epidémiologie de la Schistosomiase et des Géohelminthiases chez les enfants de la Province du Ouaddaï.

Cette étude s'inscrit dans un cadre purement académique. En nous référant à cela, nous avons le plaisir de demander au Médecin-chef du District Sanitaire d'Abéché et le Directeur de l'hôpital Provincial d'Abéché de bien vouloir faciliter le travail de l'étudiant qui consiste à collecter les données de son mémoire.

Tout en comptant sur votre franche collaboration, recevez nos salutations sincères.

Abéché le, 27 Mars 2020

Le Délégué Sanitaire Provincial du Ouaddaï



Dr ABDEL-MAHAMOUD CHENE

REPUBLIQUE DU TCHAD
Unité – Travail – Progrès
PROVINCE DU OUADDAÏ
SECRETARIAT GENERAL
DELEGATION PROVINCIALE A L'EDUCATION
NATIONALE ET DE LA PROMOTION CIVIQUE
DU OUADDAÏ



جمهورية تشاد
وحدة-عمل-تقدم
القيم وناي
امانة العامة
ملاوية الاقليمية
والشباب بوداي
بوداي

N° 50 /POD/SG/DPENPCO/2020

NOTE DE SERVICE

Il est autorisé à Monsieur **MAHAMAT HASSAN ABDEL-AZIZ**, étudiant en Doctorat/phD, option Parasitologie au Département de Biologie et Physiologie Animales à l'Université de Yaoundé I d'effectuer des Recherches dans le cadre de sa soutenance d'un Doctorat /PhD EN Biologie des Organismes Animaux. Cette recherche se déroule dans les différents établissements de la Province du Ouaddaï. Par conséquent, il est demandé à chaque Responsable scolaire de lui faciliter les tâches afin que sa recherche soit une réussite.

La présente note de service qui prend effet pour compter de la date de sa signature sera enregistrée, publiée et communiquée partout où besoin sera.

Fait à Abéché, le 13/11/2020

Le Délégué Provincial de l'Éducation Nationale
et de la Promotion Civique du Ouaddaï


HISSEIN IBRAHIM ABDOULAYE

République du Tchad
Ministère de la Santé Publique
Et Solidarité Nationale
Délégation Sanitaire Provinciale du Ouaddaï
Direction de l'Hôpital Provincial d'Abéché
N° 215 / MSPSN / DG / DSPO / DHPA / 2020

Unité-travail - Progrès

NOTE DE SERVICE

(Portant autorisation de recherche épidémiologique
De la Schistosomiase et géohelminthiases au laboratoire)

OBJET : Autorisation de recherche épidémiologique
De la Schistosomiase au laboratoire de l'Hôpital Provincial
Abéché.

Dans le cadre de la formation continue et de la recherche en vue de la soutenance d'un doctorat en biologie des organismes animaux et aussi le renforcement de la capacité des jeunes laborantins, une autorisation de recherche est accordée à **Monsieur Mahamat Hassan Abdelaziz**.

Cette autorisation permettra également aux jeunes laborantins de se familiariser avec les activités professionnelles en matière de prise en charge des schistosomiases et des géohelminthiases chez les enfants et lui permettre de collecter les données.

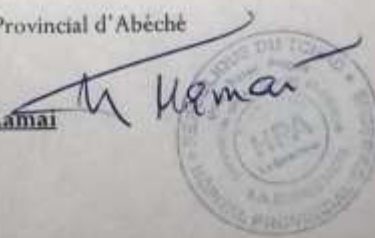
A cet effet, il est autorisé à effectuer une recherche sur l'épidémiologie de la schistosomiase et des géohelminthiases au laboratoire de l'hôpital provincial d'Abéché.

Il est demandé aux responsables de services concernés de réserver le meilleur accueil afin de lui faciliter et de parachever son mémoire.

Fait à Abéché, le 23 Novembre 2020

Le Directeur de l'Hôpital Provincial d'Abéché

Youssef Mamai



Amplications:

- DSPD,
- DPA,
- Archive,
- SG/CDRH/Service,
- Informat.



Preliminary Data on the Prevalence and Associated Risk Factors of Urinary Schistosomiasis among School Children in Abeche Commune, Eastern Chad

Mahamat Hassan Abdel-Aziz^{1,2,3}, Hamit Mahamat Alio^{1,2,4}, Kemba Samafou^{1,2}, Abdel-Mahamoud Adam¹, Bilong Bilong Charles Felix¹

¹Department of Parasitology and Ecology, University of Yaoundé, Yaoundé, Cameroon; ²Department of Medical Parasitology and Mycology of the Health and Human Sciences, University of N'Djamena, N'Djamena, Chad; ³Department of Science and Technology, National Institute of Science and Technology of Abeche, Abeche, Chad; ⁴Department of the Renaissance, University Hospital of N'Djamena, N'Djamena, Chad

ABSTRACT

Schistosomiasis is the world's second-largest parasitic endemic caused by trematodes of the genus *Schistosoma*. The aim of this study was to determine the prevalence of urinary schistosomiasis among school children in two areas, peri-urban and urban, in the commune of Abeche. A parasitological survey was carried out among school children in the town of Abeche. Parasitological analyses were carried out at the Abeche Provincial Hospital laboratory and the Chemistry and Microbiology Laboratory of the National Institute of Sciences and Technology of Abeche. The method used for parasitological analysis was centrifugation. A total of 723 pupils aged 5 to 15, 587 boys (81.18%) and 136 girls (18.82%) from 5 elementary school in the peri-urban area and 4 elementary school and 2 secondary schools in the urban area, took part in the study. The overall prevalence of *Schistosoma haematobium* schistosomiasis was 23.24%. Prevalence was 25.7% in boys versus 12.5% in girls ($P < 0.05$). The prevalence of the peripheral zone was 29.2%, and that of the urban zone, *Schistosoma haematobium* infection, was (11.5%) $P < 0.05$. The difference in prevalence is statically significant. The group prevalence of subjects in the (5-10) age group was (19.2%) and that of the (11-15) age group was 26.8%. The difference was not statically significant ($P > 0.05$). Of the infested pupils, 100% were treated with 40 mg/kg praziquantel. Bilharzia is present in this city, and intensifying health education campaigns among the population would help delay the onset of this parasitosis and enable the authorities to set up a national helminthiasis control program.

Keywords: Prevalence; Urinary schistosomiasis; Peri-urban area; Urban area

INTRODUCTION

Schistosomiasis or bilharzia is a water-dependent parasitic disease prevalent worldwide, especially in sub-Saharan Africa [1]. In 2017, WHO estimated that 250 million people were affected by the disease in 52 countries worldwide, and 800,000 deaths were recorded annually [2]. Second only to malaria in tropical and subtropical regions, schistosomiasis is a real public health problem in endemic countries, including 42 in Africa [2-4]. Some studies have shown that nearly 800 million people worldwide are exposed to the disease [5]. Schistosomiasis has been associated with growth failure, malnutrition, cognitive impairment and reduced work capacity, and is transmitted by freshwater molluscs as intermediate hosts [6,7]. Many studies confirm that the distribution of schistosomiasis

is strongly linked to the physical environment, such as hydro-agricultural developments, which create a context favorable to the development of this disease [8,9]. The highest prevalence rates are recorded in tropical and subtropical regions, among communities living along rivers [10-13].

To date, no national survey has been carried out in Chad to assess the distribution of urogenital bilharziasis throughout the country, and even less so in Ouaddaï province. In other regions, a few studies have been carried out on this subject; for example, urinary schistosomiasis prevalence rates of 26.4%, 24.9% and 39.2% have been found respectively in N'Djamena in the Sahelian zone, in the Torrock and Rong population in the Sahelo-Sudanian zone, in the population living around the Ounianga lakes in the Sahara [14-

Correspondence to: Hamit Mahamat Alio, Department of Medical Parasitology and Mycology of the Health and Human Sciences, University of N'Djamena, N'Djamena, Chad, Tel: +235 66261753; E-mail: hamitalio@gmail.com

Received: 04-Oct-2023, Manuscript No. JBP-23-23240; **Editor assigned:** 09-Oct-2023, Pre QC No. JBP-23-23240 (PQ); **Reviewed:** 23-Oct-2023, QC No. JBP-23-23240; **Revised:** 30-Oct-2023, Manuscript No. JBP-23-23240 (R); **Published:** 06-Nov-2023, DOI: 10.35248/2155-9597.23.14.485

Citation: Abdel-Aziz MH, Alio HM, Samafou K, Adam AM, Felix BBC (2023) Preliminary Data on the Prevalence and Associated Risk Factors of Urinary Schistosomiasis among School Children in Abeche Commune, Eastern Chad. *J Bacteriol Parasitol.* 14:485.

Copyright: © 2023 Abdel-Aziz MH, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

16]. In addition, recently 55% haematuria rate was reported due to *Schistosoma haematobium* infection in school-age children in the Salamat region of Sudanian [17].

The aim of this study is to determine the prevalence of urinary schistosomiasis in urban and peri-urban areas in the commune of Abeche, which has not previously been documented in the transmission of this disease, and to establish the main risk factors associated with this transmission.

MATERIAL AND METHODS

Material

Study area: This study was conducted in the commune of Abeche, located between the 10th and 15th degrees North latitude and the 13th and 24th degrees East longitude in eastern Chad (Figure 1). The annual rainfall in this area ranges from 200 mm to 800 mm [18]. There are two seasons, the dry season runs from October to June and the rainy season runs from July to September [19]. Inhabitants

of this area were around 178896 [20]. Among the 28 areas of Abeche health district, 20 are urban and 8 are suburban [21]. Many Urinary Schistosomiasis cases were reported in Abeche health district (Pers. Comm). However, no preventive chemotherapy was implemented yet in this area [22]. About Eleven schools were chosen for this study, five suburban primary schools and six urban schools (four primary schools and two secondary schools) (Table 1). This cross-sectional prospective study was conducted from December 2020 to May 2022.

Ethics statements: Before data collection, ethical clearance that approving this protocol study was obtained from the National Bioethics Committee of Chad, under N°004PT/PM/MESRI/SE/SG/CNBT/SG/2023. Sampling survey authorizations were obtained from the health Sub-division delegates of Ouaddaï and the National Education and Civic Promotion delegates of Ouaddaï. Parasitology experiences undertaken in the Laboratory of Abeche Sub-division hospital, received the authorization of the related Director. School children, teachers and parents were sensitized about the purpose of the study and parental consent was obtained.

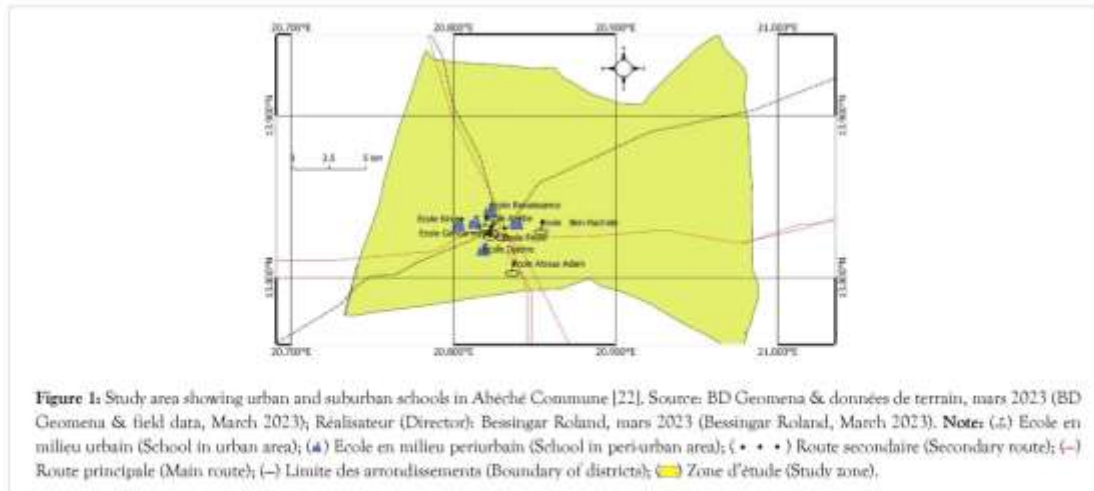


Figure 1: Study area showing urban and suburban schools in Abeche Commune [22]. Source: BD Geometa & données de terrain, mars 2023 (BD Geometa & field data, March 2023); Réalisateur (Director): Bessingar Roland, mars 2023 (Bessingar Roland, March 2023). **Note:** (•) Ecole en milieu urbain (School in urban area); (▲) Ecole en milieu periurbain (School in peri-urban area); (• • •) Route secondaire (Secondary route); (—) Route principale (Main route); (---) Limite des arrondissements (Boundary of districts); (■) Zone d'étude (Study zone).

Table 1: Schools locations in Abeche commune.

Schools locations	Schools name	Dates of collection
Suburban primary schools	Renaissance	16 December 2020, 24 and 25 May 2022
	Kinine	17 December 2020
	Djaboye	11 December 2020 and 22 November 2021
	Kamita	23 December 2020
	Djatinié	02 December 2021
Urban primary schools	Foyer	02 December 2021
	Gendarmerie	23 December 2020
	Amitié	09 December 2020
Urban secondary schools	Abouna Adam	15 December 2020
	Ben Raclid	23 December 2021
	Boustané	25 December 2021

Study population: School children are the most affected and exposed population to urinary schistosomiasis in Sub-Saharan African [12]. Male or female school children, between 5 years and 15 years old who have been resident for at least six months in study areas, have obtained parental consent and have not received any chemotherapy treatment 3 months before were included in this study.

In each school, targeted school children were randomly selected, then submitted to oral questions to assess their exposition to associated risks factors of the diseases. The questions asked include the gender, the education levels, the presence or not of latrines at home, the access or not to drinking water, whether or not their habitat were close to the river and whether or not they use river for swimming, washing plates or doing laundry. Thereafter, each pupil received 60 mL of sterile transparent container with a cap, labeled with a unique number. The pupils were carefully instructed on how to dispense mid-stream urine into the sample container [23]. All the urine samples were collected and conserved at around -20°C with in isothermal cooler until use.

Methods

Parasitological analysis: In the Laboratory, visual aspect of each urine sample was examined to detect the presence or absence of macro haematuria. Thereafter, eggs of *Schistosoma haematobium* were detected using eggs concentration technique [24]. Briefly, 10 mL of each urine sample was centrifuged at 1,000 rpm for 10 min. The different pellets obtained were separately putting between slide and coverslip, and then observed with a microscope at 10X then 40X. The pupils that were positive to Urinary schistosomiasis were immediately received Praziquantel (PZQ) as recommended [23].

Statistical analysis: Data on oral questionnaires and parasitological analysis were entered into Microsoft Excel and loaded into SPSS version 20.0 (IBM). The Pearson Chi-Square (χ^2) test was used to compare differences in prevalence between age groups, gender, and school location and associated risk factors. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Data on study population

A total of 723 pupils were included in this study, 243 (33.6%) were from urban schools and 480 (66.4%) from suburban schools. Of the 723 pupils included, 136 (18.8%) were girls and 587 (81.2%) were boys. A significant difference was obtained between male and female of urban schools ($P < 0.001$) and suburban schools ($P < 0.001$) (Table 2).

Table 2: Distribution of schoolchildren in urban and suburban schools of Abéché Commune.

Schools locations	Schools names	N _t	Gender		P-value
			Girls	Boy	
			N _t (%)	N _t (%)	
Suburban areas	Kinine	47	15 (31.9) ^a	32 (68.1) ^a	0.0004
	Kamina	44	3 (6.8) ^b	41 (93.2) ^a	0.0001
	Renaissance	162	32 (19.8) ^b	130 (80.2) ^a	0.0001
	Djatinie	81	14 (17.3) ^b	67 (82.7) ^a	0.0001
	Djabsye	146	18 (12.3) ^b	128 (87.7) ^a	0.0001

Subtotal 1	5 Schools	480	82 (17.1) ^a	398 (82.9) ^a	0.0001
Urban areas	Foyer	30	8 (26.7) ^a	22 (73.3) ^a	0.0007
	Abouna-Ad	33	3 (9.1) ^a	30 (90.9) ^a	0.0001
	Amitié	27	2 (9.1) ^a	25 (92.6) ^a	0.0001
	Ben-Rachid	41	14 (34.1) ^a	27 (65.9) ^a	0.0007
	Boustane	57	18 (31.6) ^a	39 (68.4) ^a	0.0002
	Gendarmerie	55	9 (16.4) ^a	46 (83.6) ^a	0.0001
Subtotal 2	6 Schools	243	54 (22.2) ^b	189 (77.8) ^a	0.0001
Total (N)	11 Schools	723	136 (18.8) ^b	587 (81.2)	0.0001

Note: N_t: Total number of children in schools; N_g: Number of girls; N_b: Number of boys; ^a and ^b difference is statically significant, ^a being the highest value and ^b the lowest value.

Prevalence and associated risk factors of urinary schistosomiasis

Of the 723 analyzed urines, 168 (23.23%) were containing at least one egg of *Schistosoma haematobium*, 28 (11.52%) urine infections in pupils of Urban schools and 140 (29.2%) urine infections in pupils of Suburban schools (Table 3). Among the 168 infected urines, 17 (12.5%) were belong to girls and 151 (25.7%) were belong to girls; 66 (19.2%) were aged between 5 years and 10 years old and 102 (26.8%) were aged between 11 years to 15 years old. A significant difference in the urine infection rate was found between the schools locations ($p < 0.0001$), genders ($p < 0.0001$) and age groups ($p = 0.0167$) (Table 3). Among school children living in urban areas, urine infection rate were similar between genders ($P = 0.2$) and age groups ($P = 0.05$). However, among school children living in suburban areas, a significant difference were found in urine infection rate, between genders ($p = 0.003$) and age groups ($p = 0.002$) (Table 3).

Table 3: *Schistosoma haematobium* egg excretion rates by age group and gender age groups and genders: intra-living environment analysis.

Schools locations features	Genders	Numbers of pupils examined (N _e)	Number of pupils parasitized N _p (%)	P-value
Urban	Girls	54	4 (7.41)	0.2
	Boys	189	24 (12.70)	
	Subtotal	243	28 (11.52)	
	Age ranges	N _e	N _p (%)	0.05
	(5-10)	84	5 (5.95)	
	(11-15)	159	23 (14.47)	
Subtotal	243	28 (11.52)		
Suburban	Genders	N _e	N _p (%)	0.003
	Girls	82	13 (15.85)	
	Boys	398	127 (31.91)	
	Subtotal	480	140 (29.16)	
	Age ranges	N _e	N _p (%)	0.002
	(5-10)	259	61 (23.55)	
(11-15)	221	79 (35.75)		
Subtotal	480	140 (29.16)		

Setting/ Modality	Genders	Ne	Np (%)	P-value
	Girls	136	17 (12.50) ^b	
Boys	587	151 (25.72) ^a		
Total	723	168 (23.23)		
Age ranges	Ne	Np (%)	P-value	
	(5-10)	343		66 (19.24) ^b
(11-15)	380	102 (26.84) ^a		
Total	723	168 (23.23)		
Schools locations	Ne	Np (%)	P-value	
	Suburban	480		140 (29.16) ^a
Urban	243	28 (11.52) ^b		
Total	723	168 (23.23)		

Notes Ne-Number of pupils examined, Np-Number of parasitized individuals, (%)Percentage of infection rate, the different letters 'a' and 'b' in line indicate that the difference is statically significant, 'a' being the highest value and 'b' the lowest value.

Among the 168 infected pupils, 147 (23.6%) were in primary schools and 21 (21.2%) in secondary schools. In primary schools, the number of infected pupils varied from 2 (3.9%) to 48 (33.3%); the most infected pupils were in Class 5 and the less infected in Class 1. A significant difference in urine infections rate was found between pupils of primary classes ($p < 0.0001$). In secondary schools, the number of infected pupils varied from 4 (11.1%) to 5 (29.4%); the most infected pupils were in From 5 and the less infected in From 1. Urine infection rate was similar between pupils of secondary classes ($p = 0.2$) (Table 4).

Table 4: Urine infection rate of *Schistosoma haematobium* eggs in different education levels

Education levels	Number of pupils examined	Number of pupils parasitized (%)	Pvalue	
Primary	Class 1	51	2 (3.9) ^b	<0.0001
	Class 2	76	5 (6.6) ^b	
	Class 3	71	16 (22.5) ^b	
	Class 4	111	22 (19.8) ^b	
	Class 5	144	48 (33.3) ^a	
	Class 6	171	54 (31.6) ^a	
Subtotal	Class 1 to 6	624	147 (23.6)	
Secondary	From 1	36	4 (11.1)	0.2
	From 2	20	6 (30.0)	
	From 3	26	6 (23.1)	
	From 4	17	5 (29.4)	
Subtotal	From 1 to 4	99	21 (21.4)	
Total	10	723	168 (23.24)	

Notes (%)Percentage, 'a' and 'b' in line indicate that the difference is statically significant, 'a' being the highest value and 'b' the lowest value.

Among the 723 school children questioned, 706 (97.6%) said that they had latrines at home, 484 (66.94%) said that they had access

to drinking water, 712 (98.47%) said that they bathed in the river, 713 (98.61%) said that they doing laundering or washing plates in the river and 459 (63.48%) said that they living close to the river. The infection rate were similar between school children who said that they had latrines at home (23.65%) and those who said that they did not have latrines at home (5.88%) ($P = 0.08$). The infection rate were similar between school children who said that they had access to drinking water (24.79%) and those who said that they did not have access to drinking water (20.08%) ($P = 0.16$). The infection rate were similar between school children who said that they doing laundering or washing plates in the river (23.42%) and those who said that they did not doing laundering or washing plates in the river (10%) ($P = 0.47$). The rates of infected urines differed significantly between school children who said that they bathed in the river (22.61%) and those who said that they did not bathing in the river (63.6%). The rates of infected urines differed significantly between school children who said that they living close to the river (32.68%) and those who said that they did not living close to the river (6.82%) (Table 5).

Table 5: Main risk factors for urinary schistosomiasis.

Settings	Children's respond	Number of students recorded (%)	Number of students parasitized (%)	Pvalue
Latrines in the home	Yes	706 (97.6)	167 (23.65)	0.08
	No	17 (2.35)	1 (5.88)	
Total	723 (100)	168 (23.23)		
Access to drinking water	Yes	484 (66.94)	120 (24.79)	0.16
	No	239 (33.05)	48 (20.08)	
Total	723 (100)	168 (23.23)		
Swimming in the manglota	Yes	712 (98.47)	161 (22.61)	0.006
	No	11 (1.52)	7 (63.64)	
Total	723 (100)	168 (23.23)		
Laundry, dishes	Yes	713 (98.61)	167 (23.42)	0.47
	No	10 (1.38)	1 (10)	
Total	723 (100)	168 (23.23)		
Neighbouring water courses	Yes	459 (63.48)	150 (32.68)	0.0001
	No	264 (36.51)	18 (6.82)	
Total	723 (100)	168 (23.23)		

Notes (%)Percentage of infection rate.

The study also showed that infestation rates varied according to gender, age group and living environment (Table 3). Indeed, boys were more often infested than girls (25.72% vs. 12.50%) were, younger school children less parasitized than their elders (19.24% vs. 26.84%) were, and peri-urban dwellers more infested than urban dwellers (29.16% vs. 11.52%). Taking into account the living environment, it appears that the differences in prevalence of urinary bilharzias are noted above between genders on the one hand and age groups on the other, now only concern the suburban area (Table 3).

Although almost all students (706 or 97.65%) reported having home latrines, a good proportion (23.65%) tested positive for

parasites. This infection rate is only relatively ($p=0.08$) higher than that of pupils parasitized by *S. haematobium* but without a home latrine, i.e. 5.88%; thus the presence of a latrine does not seem to reduce *S. haematobium* infestation. Children living close to a stream (459 pupils, 63.49%) were significantly ($p=0.0001$) more likely to be carriers of *S. haematobium* eggs (32.68%) than those living further away, 264 (6.82%). Almost all school children 712 (98.48%) said they bathed in marshes; of these, 161 (22.61%) eliminated *S. haematobium* eggs. Paradoxically, of the 11 (1.52%) pupils who said they did not bathe in the marshes, 7 (63.64%) were infested with *S. haematobium*. Having drinking water at home didn't seem to reduce the prevalence of *S. haematobium* schistosomiasis in school children either, since among those who said they had drinking water, 24.79% had eliminated eggs of this parasite; a proportion statistically equal to 20.08% was that of children affected but without a drinking water supply. Similarly, the proportion of children (23.42%) reporting that they washed their clothes in ponds and eliminated parasite eggs was not statically different ($p=0.47\%$) from that of children (10%) reporting that they did not use this practice but still carried *S. haematobium* (Table 5).

DISCUSSION

The aim of this study was to determine the prevalence of urinary schistosomiasis in peri-urban and urban school children in the commune of Abéché, in the Sahelian zone, and to identify the main risk factors associated with transmission of this parasitosis. In the course of this work, 168 of the 723 participants sampled were infested with *Schistosoma haematobium*, giving an overall prevalence of 23.24%. This prevalence is comparable to the 26.85% obtained in N'Djaména (also in the Sahelian zone), Chad by Hamit et al. [14]. On the other hand, it is lower than the 55% obtained by Vislosky et al. in the Salamat province of Chad [17]. This difference in prevalence could be explained by the geographical position of Salamat. Indeed, Salamat province is located in the Sudanian zone, and is therefore much more watered; it has both perennial and temporary watercourses. Compared with other countries, the prevalence of 23.24% is lower than those obtained in Cameroon in the humid tropical southwest by Green et al. and Sumbele et al., i.e. 31.5% and 32.6% respectively [25,26]. Overall, boys were significantly more infested (27.4%) than girls (12.5%); this difference can only be observed in suburban areas. This finding, also made by Sengor, Dankoni et al. and Hamit et al. respectively in rural Senegal, Kékem (West Cameroon) and N'Djaména (Chad), is contrary to that made by Tagajdid et al. in Morocco and in Benin by (30) Ibikounlé et al.; the latter authors noted that girls and boys were infested in the same way, i.e. with no significant difference [14,27-30]. In the present work, this result indicates that peri-urban communities reside in environments heavily contaminated by *S. haematobium*. Indeed, given the growing urbanization of the Abéché commune, sanitation work and improved living conditions would reduce the rate of schistosomiasis infestation [31].

The low prevalence of urinary schistosomiasis among girls may be linked to local customs, which keep girls more occupied with domestic activities, unlike boys, who have more free time and engage in swimming and other extracurricular activities, leading them to frequent marigots and other waterholes. What's more, feminine intimacy is said to discourage girls from bathing in the presence of boys [32]. The absence of a statistically significant link between the presence of urinary schistosomiasis and the presence of drinking

water in the home, on the one hand, and between prevalence and the presence of latrines, on the other, is essentially due to the failure of school-age children to observe basic hygiene measures [13,14]. This observation corroborates the results of KIKI-barro et al. in Ivory Coast [33]. In addition, proximity to watercourses and bathing in marigots were found to be risk factors for schistosomiasis. This observation corroborates that of Adoubryn et al. in Mali [34]. In order to combat this disease effectively, we agree with Oyono et al. that chemoprevention campaigns should be organized on a regular basis, following a well-defined timetable by the Ministry of Public Health [35]. It would also be important to set up a national program to combat schistosomiasis and intestinal helminthiasis.

Limitations of the study

The examination must be repeated on 3 urine samples spaced several days apart, as the excretion of parasite eggs is very often intermittent. We worked only on a single sample. Non-application of internal quality control for slide reading data; 24 hour urine: all 24-hour urine must be collected in a clean bottle and processed as soon as received, within 20 min.

CONCLUSION

The present study reveals that urinary schistosomiasis is well established in Abeche and, in particular, does a real public health problem in Chad in general, deserve greater attention. Its distribution is uneven between urban and peri-urban environments. The infestation of school children is closely linked to the hygienic and environmental conditions favorable to the development of intermediate hosts, and to the dissemination of *Schistosoma haematobium* eggs. The fight against this disease calls on the public authorities to set up a national program to combat schistosomiasis, whose mission will include raising public awareness, organizing ongoing screening surveys and treatment campaigns, and developing drinking water supply points.

ACKNOWLEDGMENT

The authors are grateful to the academic authorities of the University of Yaoundé, the Ministries of Public Health and National Education of Chad, as well as the provincial hospital of Abeche, provincial education delegation, school principals, parents and pupils for their collaboration throughout this study. This work is based on research supported in part by technical and material contributions from members of the Laboratory of Parasitology and Ecology of the University of Yaoundé and the Laboratory of Parasitology and Mycology of the Faculty of Human Health Sciences of the University of N'Djaména.

CONFLICT OF INTEREST

There is no conflict of interest among authors.

REFERENCES

1. OMS. Aldemémoire N 115. 2016.
2. Richter J, Hatz C, Campagne G, Bergquist NR, Jenkins JM. Ultrasound in schistosomiasis: A practical guide to the standard use of ultrasonography for assessment of schistosomiasis-related morbidity. Second international workshop, October 22-26 1996, Niamey, Niger. World Health Organization. 2000.

3. Traoré M, Landouré A, Diarra A, Kanré B, Sacko M, Coulibaly G, et al. Geographic distribution and epidemiology of urinary schistosomiasis in Mali: Implications for a control program. *Mali Med.* 2007;22(3):22-28.
4. Clements AC, Garba A, Sacko M, Touré S, Dembelé R, Landouré A, et al. Mapping the probability of schistosomiasis and associated uncertainty, West Africa. *Emerg Infect Dis.* 2008;14(10):1629-1632.
5. Aubrey P, Ouzière BA. Schistosomoses ou bilharzioses. *Médecine Trop.* 2018;8(7):1-8.
6. Zhou H, Ohtsuka R, He Y, Yuan L, Yamauchi T, Sleight AC. Impact of parasitic infections and dietary intake on child growth in the schistosomiasis-endemic Dongting Lake Region, China. *Am J Trop Med Hyg.* 2005;72(5):534-539.
7. King CH. Parasites and poverty: The case of schistosomiasis. *Acta Trop.* 2010;113(2):95-104.
8. Molyneux DH, Hotez PJ, Fenwick A. "Rapid-impact interventions": How a policy of integrated control for Africa's neglected tropical diseases could benefit the poor. *PLoS Med.* 2005;2(11):e336.
9. Steinmann P, Kester J, Bos R, Tinner M, Utzinger J. Schistosomiasis and water resources development: Systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk. *Lancet Infect Dis.* 2006;6(7):411-425.
10. de la Santé OM. Agir pour réduire l'impact mondial des maladies tropicales négligées: Premier rapport de l'OMS sur les maladies tropicales négligées. 2011:172-173.
11. Alio HM, Tidjani A, Otdhom BB, Tidjani MT, Félix BB. An epidemiological assessment of the infectious forms of intestinal helminths in school children from Chad. *J Biol Life Sci.* 2013;4:341-361.
12. Bintou LY, Sodio B, Sacko M. Persistence de la schistosomiasis urinaire en zones endémiques soumises aux traitements de masse répétés au Mali. *Int J Biol Chem Sci.* 2019;13(1):369-381.
13. Félix BB, Alio HM, Gaël OM, Jacques N, Samafou K. Intestinal Helminthiasis among school children in the Sahelian and Sudanian Zones of Chad: Prevalence and risk factors. *Int J Trop Dis Health.* 2022;43(21):15-26.
14. Hamit MA, Fombotloh N, Issa RA, Samafou S. Epidemiological profile of urinary schistosomiasis in three primary schools in the city of N'Djamena (Chad). *European J Biomed Pharm Sci.* 2020;7:242-246.
15. Lalaye D, de Bruijn ME, de Jong TP. Impact of a mobile health system on the suppression of *Schistosoma haematobium* in Chad. *Am J Trop Med Hyg.* 2021;105(4):1104-1108.
16. Moser W, Batil AA, Ott R, Abderramane M, Clements R, Wampfler R, et al. High prevalence of urinary schistosomiasis in a desert population: Results from an exploratory study around the Ounlanga lakes in Chad. *Infect Dis Poverty.* 2022;11:1-5.
17. Vlasosky T, Hashikawa A, Kroner E. Discovery of a hidden schistosomiasis endemic in the Salamat region of Chad, Africa. *Glob Health Sci Pract.* 2022;10(1):e2000703.
18. Yamingue B, Ngarsem GM, Tchoua M. Acteurs urbains et gestion de l'eau dans la ville de Sarh (sud du Tchad). *Syllabus Rev.* 2015;6(1):69-98.
19. Dombor DD, Djebe M. Problématique de l'accès à l'eau potable dans la ville d'Abéché au Tchad. *Annales de l'Université de Moundou.* 2019;5(2):93-119.
20. INSEED. Le Deuxième Recensement Général De La Population Et De L'habitat (RGPH2) de 2009. Institut Nationale de la Statistique des Etudes Economiques et Démographique. 2010;235.
21. Plan national de développement sanitaire 2018-2021. Ministère de la Santé Publique. 2018:135.
22. Bessinger R. Carte de la commune d'Abéché. 2023.
23. World Health Organization. Schistosomiasis et géohelminthiases: Prévention et lutte: Rapport d'un Comité d'experts de l'OMS. Organisation mondiale de la Santé. 2004.
24. Chelsea M, William AP Jr. Schistosomiasis. *Actualités.* 2021.
25. Green AE, Anchang-Kimbi JK, Wepnje GB, Ndassi VD, Kimbi HK. Distribution and factors associated with urogenital schistosomiasis in the Tiko Health District, a semi-urban setting, South West region, Cameroon. *Infect Dis Poverty.* 2021;10(1):1-5.
26. Sumbele IU, Tabi DB, Teh RN, Njunda AL. Urogenital schistosomiasis burden in school-aged children in Tiko, Cameroon: A cross-sectional study on prevalence, intensity, knowledge and risk factors. *Trop Med Health.* 2021;49(1):1-75.
27. Senghor B. Prévalence et intensité d'infestation de la bilharziose urogénitale chez les enfants d'âge scolaire à Niakhar (milieu rural sénégalais). DEA Bio Dakar: Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 2010;2010(278):100.
28. Dakoni N, Saotoung P, Tchawa R, Koé V, Ndikwé JL, Nlôgn AN, et al. Epidemiological survey on schistosomiasis caused by *Schistosoma haematobium* and *Schistosoma mansoni* in primary schools in the Sub-Division of Taïbong-Djiguisso, Far-North Region Cameroon. *J Applied Biosci.* 2015;90:8397-8407.
29. Tagajdid R, Lemkhente Z, Errami M, El Mellouki W, Laimouni, B. Prevalence of intestinal parasitic infections in Moroccan urban primary school students. *Bull Soc Pathol Exot.* 2012;105(1):40-45.
30. Ibibounlé M, Satoguina J, Fachinan R, Tokplonou L, Batcho W, Kinde-Gazard D. Épidémiologie de la bilharziose urinaire et des géohelminthiases chez les jeunes scolaires des zones lacustres de la commune de So-Awa, sud-Bénin. *J Appl Biosci.* 2013;70:5632-5639.
31. Ernould JC, Labbo R, Chippaux JP. Course of urinary schistosomiasis in Niamey, Niger. *Bull Société Pathol Exot.* 2003;96(3):173-177.
32. Njikou E, Onguene-Onguene AR, Tchuen-Tchuen LA, Kenmogne A. Urban schistosomiasis in Cameroon: A longitudinal study of its transmission in a new site of an extension of the intestinal schistosomiasis focus in Mélen, Yaoundé. *Bull Société Pathol Exot.* 2004;97(1):37-40.
33. Kiki-Barro PCM, Kassi FK, Konate A, Angora EK, Menan E. Prevalence of intestinal helminthiasis among primary school children in Sar-Pedro, Southwest, Cote d'Ivoire. *Revue Internationale des Sciences Médicales.* 2017;19(3):173-178.
34. Adoubryn KD, Ouhon J, Yapo CG, Assoumou EY, Ago KM, Assoumou A. Epidemiological profile of the schistosomiasis in school children in the Agnèby Region (southeast of Côte-d'Ivoire). *Bull Société Pathol Exot.* 2006;99(1):28-31.
35. Oyono MG, Lehman LG, Bilong BCF. Multiparasitism among school children of Akonolinga, Nyong and Mfoumou Division, Centre Region of Cameroon. *J Biol Sci.* 2019;10(2):90-105.