

UNIVERSITE DE
OUAGADOUGOU

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE ANIMALE

MEMOIRE

Présenté et soutenu par

Aminata BARA
Maître ès Sciences Biologiques

en vue de l'obtention du

**DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
(DEA)**

Option : Physiologie animale

thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES SCHISTOSOMES
AU BURKINA FASO : CAS DES SCHISTOSOMES
DU BETAIL DOMESTIQUE**

Devant le jury

Président : Laya L. SAWADOGO Professeur, université de Ouagadougou

Membres : Albert P. OUEDRAOGO maître de conférence, université de Ouagadougou
Jean Noël PODA chargé de Recherche, CNRST /IRBET, Ouagadougou
Raymond BELEMTOUËRI maître Assistant, université de Ouagadougou

28 Février 1997

A MA FAMILLE

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Physiologie Animale de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université de Ouagadougou. Le stage pratique s'est déroulé au laboratoire de Malacologie à l'Institut de Recherche en Biologie et Écologie Tropicale (IRBET/CNRST) de Ouagadougou. Ce travail n'aurait pas pu être mené à bien sans les efforts conjugués de plusieurs personnes. Aussi, j'exprime ma profonde reconnaissance à tous ceux qui ont d'une manière ou d'une autre aidé à sa réalisation.

Je tiens à remercier le **Professeur Laya SAWADOGO**, responsable du laboratoire de Physiologie Animale et Doyen de la faculté des Sciences et Techniques, pour la confiance qu'il m'a témoignée en m'accueillant dans son laboratoire, et en acceptant de présider ce jury. Ses conseils, ses encouragements et son soutien matériel ont été d'un apport inestimable dans l'établissement de cet ouvrage. Je lui adresse toute ma reconnaissance.

Je remercie vivement mon directeur de stage, **Dr Jean Noël PODA**, directeur de l'IRBET et responsable du laboratoire de Malacologie. Malgré ses multiples tâches administratives, il a assuré avec beaucoup d'assiduité l'encadrement pratique et l'orientation scientifique du sujet qu'il a lui même proposé. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

L'occasion m'est offerte aujourd'hui de remercier sincèrement mes enseignants Monsieur **Albert Patoin OUEDRAOGO** et Monsieur **Raymond BELEMTOUGRI** qui me font l'honneur de juger ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance au **Dr Philippe BREMOND** précédemment Chargé de Recherche à l'ORSTOM de Ouagadougou, détaché à l'IRBET et actuellement en service à Madagascar. Il a mis à ma disposition une importante bibliographie et m'a permis d'effectuer un séjour fructueux au Centre de Recherche sur les Méningites et les Schistosomiasés (CERMES) de Niamey, dans le cadre du présent travail. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie toute l'équipe du **laboratoire de Malacologie** et l'ensemble du personnel de l'**IRBET** de Ouagadougou et de Koudougou pour leur soutien et leur aide.

Je ne saurais oublier de remercier tout le personnel de l'**abattoir frigorifique** de Ouagadougou et de celui de Bobo-Dioulasso pour leur sympathique accueil durant les enquêtes parasitologiques. Que cet ouvrage soit le gage de notre collaboration et qu'il témoigne de ma sincère reconnaissance.

Je tiens à associer à ces remerciements, les directeurs du **CERMES** de Niamey, du **Centre MURAZ** de Bobo-Dioulasso et l'ensemble de leur personnel pour l'accueil et le soutien, qu'ils m'ont témoignée. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je souhaiterais enfin associer à l'aboutissement de ce travail, toutes les autres personnes qui m'ont apporté leur amitié et leur soutien :

- mon profond attachement va à mon père, à ma mère et à toute ma famille ; leur aide a été prépondérante pendant mes études ; ce document est le leur.

- Amidou m'a toujours soutenue et a supporté avec compréhension tout le temps consacré à la réalisation de cet ouvrage. Qu'il trouve ici la récompense de ses efforts.

- A tous mes amis et promotionnaires, qu'ils soient assurés de ma sincère amitié.

Je me remets à la compréhension de tous ceux que j'aurais omis de remercier ici ; qu'ils acceptent mes excuses les plus sincères.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	3
I Généralités sur les schistosomes.....	4
I.1 Classification systématique et répartition géographique mondiale.....	4
I.1.1 <u>Groupe à "oeuf à éperon latéral"</u>	4
I.1.1 <u>Groupe à "oeuf à éperon terminal"</u>	5
I.1.3 <u>Groupe à "oeuf à éperon rudimentaire"</u>	6
I.2 Cycle biologique des schistosomes du groupe à "oeuf à éperon terminal"...	7
I.3 Les schistosomes au Burkina Faso.....	9
I.4 Etat des connaissances sur les schistosomes du bétail domestique en Afrique de l'ouest.....	9
II Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes.....	11
II.1 Classification systématique.....	11
II.2 Bioécologie.....	11
II.3 Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes du bétail domestique au Burkina Faso.....	12
III Compatibilité mollusque-schistosomes.....	12

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES.....	13
I Les enquêtes malacologiques.....	14
I.1 Choix des sites.....	14
I.2 Collecte des mollusques.....	15
I.3 Contrôle de parasitose chez les mollusques.....	15
I.4 Identification de l'espèce de schistosome chez le mollusque par la chronobiologie de l'émission cercarienne.....	15
I.4.1 <u>Description du chronocercariomètre simplifié.....</u>	17
I.4.2 <u>Principe de fonctionnement.....</u>	17
I.5 Elevage des mollusques au laboratoire.....	17
I.5.1 <u>Elevage des jeunes mollusques.....</u>	18
I.5.2 <u>Culture de l'algue.....</u>	18
I.5.3 <u>Maintenance de l'élevage.....</u>	18
II Enquêtes parasitologiques chez le bétail domestique.....	19
II.1 Choix des sites d'enquêtes.....	19
II.2 Examen des animaux abattus et récupération des schistosomes.....	19
II.3 Caractérisation des schistosomes par la morphologie des oeufs intra-utérins des femelles.....	20
III.3.1 <u>Principe.....</u>	20
III.3.2 <u>Protocole expérimental.....</u>	21
III Estimation de l'impact des schistosomiasés du bétail domestique sur l'économie du Burkina Faso.....	23

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	25
I Résultats malacologiques.....	26
I.1 Caractéristiques écologiques et physico-chimiques des sites de récolte....	27
I.1.1 <u>Présentation des résultats.....</u>	27
I.1.2 <u>Interprétations et discussions.....</u>	29
I.2 Parasitose chez le mollusque.....	31
I.2.1 <u>Présentation des résultats.....</u>	31
I.2.2 <u>Interprétations et discussions.....</u>	32
II Résultats parasitologiques chez le Bétail domestique.....	36
II.1 Espèces de schistosomes du bétail domestique découvertes au Burkina Faso.....	36
II.1.1 <u>Présentation des résultats.....</u>	36
II.1.2 <u>Interprétations et discussions.....</u>	38
II.2 Répartition spatiale des couples de schistosomes dans le tube digestif des animaux examinés.....	40
II.2.1 <u>Présentation des résultats.....</u>	40
II.2.2 <u>Interprétations et discussions.....</u>	43
II.3 Le sex-ratio des schistosomes adultes.....	44
II.3.1 <u>Présentation des résultats.....</u>	44
II.3.2 <u>Interprétations et discussions.....</u>	44
III Impact des bilharzioses du Bétail domestique sur L'économie du Burkina Faso.....	45
III.1 Présentation des résultats.....	45
III.2 Interprétations et discussions.....	48
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	49
BIBLIOGRAPHIE.....	52

INTRODUCTION

Les schistosomiasés ou bilharziosés sont des parasitoses eau-dépendantes qui sévissent dans toute la partie intertropicale de la planète. Elles sont dues à des trématodes de la famille des *Schistosomatidae* (POCHE, 1907), dont le cycle biologique exige deux hôtes : un vertébré (homme ou animal), hôte définitif qui héberge le parasite adulte et un mollusque d'eau douce, hôte intermédiaire qui abrite la forme larvaire.

A l'heure actuelle, les politiques de développement agricole et pastorale font de l'Afrique de l'Ouest la zone la plus touchée au monde par ces parasitoses. En effet, la plupart des pays de cette zone connaissent une multiplication des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles, en réponse à la pluviométrie déficitaire qui menace la sécurité alimentaire déjà précaire.

Mais quelle que soit leur orientation (agriculture irriguée, pisciculture, élevage ou encore production électrique...), ces modifications de notre milieu naturel sont responsables de l'extension de diverses endémies parasitaires dont les schistosomiasés, en second plan après le paludisme.

Les exemples du Niger (avec les périmètres irrigués de la vallée du fleuve Niger), du Sénégal (avec les périmètres sucriers de Richard Toll), du Mali (avec le barrage de Selingué) ont mis en évidence respectivement, l'extension de *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma mansoni* (tous deux chez l'homme), et de *Schistosoma bovis* chez les bovins.

Au Burkina Faso, il existe plus de mille retenues d'eau artificielles. Sur le plan malacologique l'ensemble du pays se présente comme un carrefour de mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes en Afrique de l'Ouest. Des enquêtes épidémiologiques chez l'homme ont mis en évidence, la présence de *S. mansoni* et surtout de *S. haematobium*, qui sévit en foyers de transmission d'importance remarquable (PODA, 1994).

Par contre la schistosomiase du bétail domestique est un sujet qui n'a pas fait l'objet d'une étude appropriée dans le pays. Jusque là, aucune enquête parasitologique spécifique la concernant n'a été menée. Cette situation est déplorable pour un pays en voie de développement tel le Burkina Faso, dont l'économie repose en majeure partie sur l'élevage qui constitue une source de devises à l'exportation; surtout quand on sait que cette parasitose engendre une détérioration de la santé des animaux et même leur mort.

C'est pourquoi ce travail qui a pour thème "Contribution à l'étude des schistosomes au Burkina Faso : cas des schistosomes du bétail domestique ", se fixe pour objectif, d'apporter des données préliminaires indispensables à toute étude approfondie permettant d'établir une lutte efficace contre ces maladies. Le travail s'articule sur trois points essentiels :

- D'abord, une approche malacologique, à travers laquelle, des mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes seront récoltés dans différentes stations. Ces mollusques seront identifiés, contrôlés à fin de détecter une éventuelle infestation par schistosome et à l'aide d'une technique simple, les parasites de l'homme pourront être distingués de ceux du bétail.

- Ensuite, des enquêtes parasitologiques consisteront en la recherche de schistosomes dans le tube digestif des animaux abattus. Cet examen révélera les espèces de schistosomes du bétail domestiques, présentes au Burkina Faso, et permettra de quantifier leur parasitisme.

- Enfin, nous essayerons d'estimer sur la base des résultats d'autres pays, l'impact des schistosomiasis du bétail domestique sur l'économie nationale du Burkina Faso.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

I GENERALITES SUR LES SCHISTOSOMES

I.1 Classification systématique et répartition géographique mondiale des schistosomes

Les schistosomes appartiennent à l'embranchement des Plathelminthes, classe des Trématodes, famille des Schistosomatidae (POCHE, 1907).

La morphologie des oeufs a permis de distinguer trois grands groupes au sein des espèces du genre *Schistosoma* :

- groupe dit "à oeuf à éperon latéral" ;
- groupe dit "à oeuf à éperon terminal" ;
- groupe dit "à oeuf à éperon rudimentaire".

I.1.1 Groupe "à oeuf à éperon latéral"

Les espèces de ce groupe sont au nombre de trois, dont une touche l'homme et les autres les animaux. Elles se rencontrent en Afrique et en Amérique du Sud et sont transmises par des mollusques pulmonés (Planorbidae) appartenant à différentes espèces du genre *Biomphalaria*.

- *Schistosoma mansoni* (SAMBON, 1907)

Il est responsable de la bilharziose intestinale de l'homme, très largement répandue en Afrique Intertropicale, en Arabie Saoudite, en Israël, à Madagascar et au Yémen. Il sévit également en Amérique du Sud et aux Antilles.

- *Schistosoma rodhaini* (BRUMPT, 1931)

C'est l'agent d'une bilharziose intestinale qui sévit principalement chez les rongeurs et plus rarement chez les chiens ; elle est répandue au Kenya, au Rwanda et au Zaïre.

- *Schistosoma edwardiense* (THURTON, 1964)

Il entraîne une bilharziose intestinale chez l'hippopotame exclusivement, localisée en Afrique du Sud et en Ouganda.

I.1.2 Groupe "à oeufs à éperon terminal"

C'est le groupe qui renferme le plus grand nombre d'espèces (onze au total), répandues en Afrique et en Asie.

- *Schistosoma haematobium* (BILHARZ, 1852)

C'est l'agent de la bilharziose uro-génitale chez l'homme, qui couvre toute l'Afrique, une partie du Proche Orient (Arabie Saoudite, Irak, Israël et Syrie) et du Moyen Orient (Iran).

- *Schistosoma intercalatum* (FISHER, 1934)

Il est responsable de la bilharziose intestinale et rectale de l'homme, avec une aire de répartition limitée à l'Afrique équatoriale et subéquatoriale (Cameroun principalement, Centrafrique, Congo, Gabon et Zaïre). *Schistosoma intercalatum* a été récemment signalé en Afrique de l'Ouest, au Burkina Faso (BECKET et SAOUT, 1969).

- *Schistosoma bovis* (SONSINO, 1876)

Il est l'agent d'une bilharziose intestinale des ruminants domestiques (très rarement des ruminants sauvages) répandu dans une grande partie de l'Afrique, une partie du sud de l'Europe, au Proche Orient et au Moyen Orient.

- *Schistosoma curassoni* (BRUMPT, 1931)

Il est responsable d'une bilharziose intestinale de ruminants domestiques, qui pourrait constituer au Sénégal une espèce commune à l'homme et aux animaux (ALBARET *et al.*, 1985). L'aire de répartition de cette schistosomiase encore mal connue semble être limitée à l'Afrique de l'Ouest (Mali, Mauritanie, Nigeria, Niger et Sénégal).

- *Schistosoma mathei* (VEGLIA et Le ROUX, 1929)

Il est responsable d'une bilharziose intestinale des ruminants sauvages, avec une aire de répartition qui englobe le Botswana, le Burundi, le Malawi, le Mozambique, le Rwanda, la Tanzanie, le Zaïre et la Zambie.

- *Schistosoma leiperi* (Le ROUX, 1929)

Il est l'agent d'une bilharziose intestinale des bovidés et équidés sauvages, et plus rarement des caprins et bovidés domestiques. Il sévit au Botswana , en Tanzanie et en Zambie.

- *Schistosoma Margrebowiei* (Le ROUX, 1939)

Il provoque la bilharziose hépatique et intestinale des ruminants sauvages, répandue au Botswana, au Mali, au Tchad, au Zaïre et en Zambie.

- Autres espèces :

Ce sont les quatre espèces de schistosomes du groupe "à oeuf à éperon terminal", rencontrées dans le sous continent indien et en Asie du Sud-Est dont :

- *Schistosoma spinale* MONTGOMERY, 1906 (Indonésie, Malaisie, Thaïlande) et *Schistosoma indicum* MONTGOMERY, 1906 (Inde et Bangladesh), tous deux responsables d'une bilharziose intestinale des ruminants et des équidés et transmis par des mollusques du genre *Indoplanorbis*;
- *Schistosoma nasale* RAO, 1933 transmis par le même mollusque mais provoque chez les ruminants une schistosomiase des muqueuses nasales;
- *Schistosoma incognitum*, CHADLER, 1926 transmis par un pulmoné du genre *Lymnea* et provoque une bilharziose intestinale du porc et du chien.

I.1.3. Groupe "à oeuf à éperon rudimentaire"

Ce groupe comporte trois espèces identifiées dont une anthropozoophile et les deux autres zoophiles. Ces espèces se rencontrent exclusivement en Asie et sont transmises par des mollusques prosobranches appartenant aux genres *Tricula* et *Encomelania*..

- *Schistosoma japonicum* (KATSURADA, 1904)

C'est l'agent de la bilharziose artério-veineuse de l'homme et des animaux (Rongeurs, Ongulés, Carnivores). On le retrouve en Chine, en Indonésie, en Malaisie, aux Philippines et en Thaïlande. *S. japonicum* est l'une des espèces les plus pathogènes pour l'homme ; en Formose elle est présente sous la forme d'une race exclusivement zoophile.

- *Schistosoma mekongi* (Voge, Bruckner & Bruce, 1978)

Il est responsable d'une bilharziose hépato-mésentérique chez l'homme, le chien et les muridés. Son aire de répartition englobe le Cambodge, le Laos, la Malaisie et la Thaïlande.

- *Schistosoma sinensium* (Pao 1959)

C'est l'agent d'une bilharziose intestinale des rongeurs dans le sud de la Chine et au nord de la Thaïlande.

En plus de ces trois espèces on a "*Schistosoma malais*" parasite des rongeurs pouvant accidentellement infester l'homme. Il est transmis par un mollusque du genre *Tricula* en Malaisie, et son statut spécifique est encore mal défini.

I.2 : Cycle évolutif des schistosomes du groupe à “oeuf à éperon terminal”

Le cycle biologique des schistosomes est le même pour tous les schistosomes. Seuls les hôtes intermédiaires et définitifs changent. C'est un cycle à deux hôtes obligatoires, un vertébré (homme ou animal), hôte définitif qui abrite le ver adulte à reproduction sexuée, et un mollusque d'eau douce, hôte intermédiaire chez lequel se réalise la multiplication asexuée.

Ce cycle est caractérisé par deux formes de dispersion du parasite, l'une assurant le passage de l'hôte définitif à l'hôte intermédiaire (le miracidium), et l'autre responsable du passage de l'hôte intermédiaire à l'hôte définitif (la cercaire).

Les schistosomes adultes, chez l'hôte définitif restent quasi accouplés et sont normalement localisés dans les veines desservant les viscères abdominaux creux : intestin ou vessie, de sorte que les femelles fécondées s'enfoncent au moment de la ponte, dans les veinules et capillaires veineux de ces organes pour y déposer leurs oeufs.

Ces oeufs de forme variable selon l'espèce, perforent la paroi du viscère et sont éliminés en partie par l'urine ou les matières fécales, dans le milieu extérieur.

Les oeufs éliminés ne peuvent évoluer qu'en milieu aquatique, où ils éclosent et libèrent le miracidium, première forme de dispersion du parasite. Celui-ci doit obligatoirement infecter un mollusque convenable chez lequel se formeront les cercaires, deuxième forme de dispersion des schistosomes.

Les cercaires se libèrent activement de leur hôte et nagent à la recherche d'un individu capable de permettre le développement du ver adulte. Chez cet hôte définitif, elles pénètrent par voie cutanée et se transforment en jeunes schistosomes immatures, les schistosomules. Celles-ci, après des migrations somatiques, parviennent au lieu de l'habitat électif du parasite, où elles deviennent des schistosomes adultes.

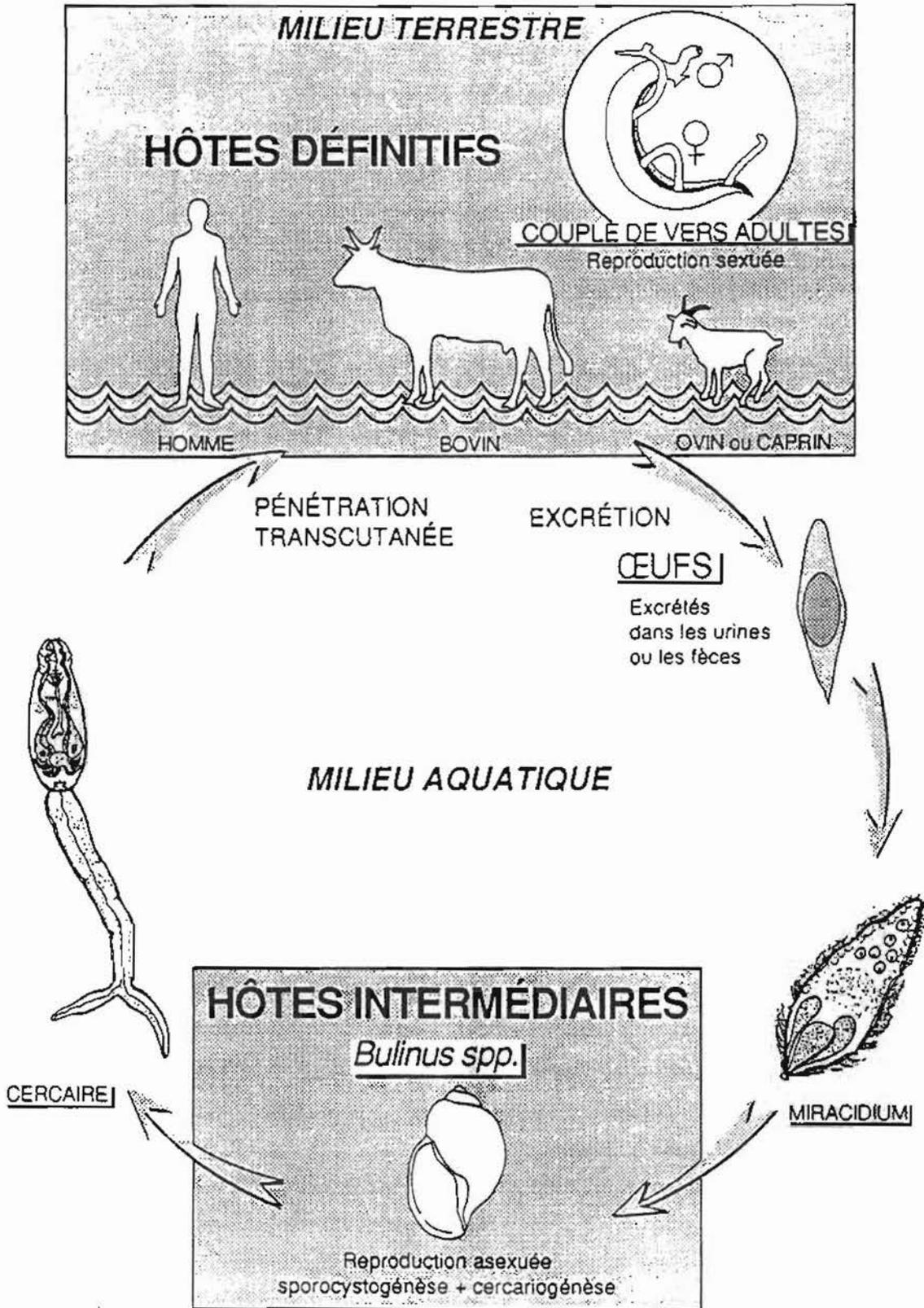


Figure 1 : Cycle biologique des schistosomes du groupe à oeuf à éperon terminal (CERMES de Niamey).

I.3. Les schistosomes au Burkina Faso

A l'état actuel des recherches, deux groupes du genre *Schistosoma* sont identifiés au Burkina Faso. Ce sont le groupe dit "à oeufs à éperon latéral" et le groupe "à oeufs à éperon terminal".

Dans le premier groupe *Schistosoma mansoni* est l'unique représentant et est responsable de la schistosomiase intestinale chez l'homme. Cette parasitose est limitée à la zone sud-soudanienne et à la zone sub-soudanienne (kampti) du pays (PODA, 1994).

Dans le second groupe, *Schistosoma intercalatum* a été signalé dans le pays en 1969 par Becket et Saout. Il est l'agent d'une bilharziose rectale chez l'homme et constitue un cas marginal, dans la mesure où aucun foyer de schistosomiase rectale n'a été décelé jusque là.

Schistosoma haematobium est l'espèce la plus représentée dans ce deuxième groupe. Agent de la schistosomiase urinaire chez l'homme, il sévit dans le pays en foyers de transmission d'importance remarquable. Toujours dans ce deuxième groupe, *Schistosoma bovis* et *Schistosoma curassoni* parasites du bétail domestique n'ont jamais fait l'objet d'enquêtes spécifiques ; mais au vu de leur répartition en Afrique de l'Ouest, de la typologie des biotopes et de la répartition spatiale de leurs hôtes intermédiaires, ces espèces pourraient être présentes au Burkina Faso.

I.4. Etat des connaissances sur les schistosomes du bétail domestique en Afrique de l'Ouest

Les travaux menés jusqu'ici en Afrique de l'Ouest semblent attribuer les schistosomiasés du bétail domestique à deux espèces essentielles de schistosomes. Il s'agit de *Schistosoma bovis* (SONSINO, 1876) et de *Schistosoma curassoni* (BRUMPT, 1931). Toutes deux appartiennent au groupe de schistosomes "à oeufs à éperon terminal" et sont transmises par des mollusques du genre *Bulinus*.

S. bovis est l'espèce la plus fréquente avec une aire de répartition géographique couvrant le Nord, l'Ouest, l'Est, et le Centre du continent africain. Il affecte généralement les bovins et parfois les petits ruminants. Il a été mis en évidence au Sénégal surtout chez les bovins avec des prévalences de 15 à 62% et une aire de répartition plus large que celle de *S. curassoni* (DIAW et VASSILIADES, 1987).

Au Niger cette espèce a été découverte dans tous les départements du pays à l'exception d'Agadez, où elle n'a pas été mise en évidence et de Diffa, où aucune enquête n'a été faite (BREMONT *et al.* ; 1990b, 1992). Les prévalences enregistrées sont de 25,16% chez les bovins et de 1,64% chez les petits ruminants.

S. bovis a été reconnu comme seul schistosome parasite du bétail en Gambie. Au Mali à Bamako il est responsable de 10 cas d'infestations sur 78 caprins examinés tandis qu'à Mopti, avec une prévalence globale de 85,1% de schistosomiasis zoophiles, 28 caprins sur 47 examinés hébergeaient *S. bovis* (ROLLINSON *et al.*, 1989).

L'aire de répartition de *S. curassoni* est encore mal définie, mais semble être limitée à l'Afrique de l'Ouest. C'est une espèce rencontrée très souvent chez les ovins, caprins mais qui peut aussi parasiter le gros bétail. Au Sénégal, cette espèce existe surtout chez les petits ruminants avec une prévalence de 2 à 16% (DIAW et VASSILIADES, 1987). Au Niger *S. curassoni* possède une aire de répartition limitée au département de Zinder (BREMONT *et al.*, 1990b ; 1992). Au Mali sur 78 caprins examinés 24 hébergeaient ce parasite (ROLLINSON *et al.*, 1989). *S. curassoni* a été signalé aussi en Mauritanie (GRETILLAT, 1963), et au Nigeria (NDIFON *et al.*, 1988).

Ces deux espèces coexistent de façon sympatrique dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest, et sont capables de coloniser le même hôte et d'y former des couples hétérosécifiques engendrant une descendance hybride, viable, fertile et infestante. C'est le cas dans la région de Zinder au Niger où *S. bovis* et *S. curassoni* infestent simultanément le même hôte, avec un parasitisme important en terme de prévalence chez les bovins de 43,64% et chez les petits ruminants de 5,52%. Ces infestations mixtes ont donné des hybrides infestants pour les trois types d'hôtes définitifs (bovins, caprins, ovins) (BREMONT, 1990 ; BREMONT *et al.*, 1990a). Grâce à des marqueurs biochimiques des couples hétérosécifiques de mâles *S. curassoni* et de femelles *S. bovis* ont été mis en évidence au Sénégal (SOUTHGATE *et al.*, 1985).

Des résultats similaires ont été rapportés par ROLLINSON *et al.*, (1987) qui découvrit des mâles *S. bovis* appariés à des femelles *S. curassoni* à l'abattoir de Tambacounda au Sénégal. Une évidence de ces interactions entre *S. bovis* et *S. curassoni* a été trouvée aussi à Mopti et à Bamako au Mali (ROLLINSON *et al.*, 1989).

Du point de vue de l'écologie de la transmission, les mollusques vecteurs de ces schistosomes zoophiles varient d'une région à l'autre, mais d'une façon générale *S. bovis* admet une diversité d'hôtes intermédiaires plus que *S. curassoni*. Il est soutenu qu'en Afrique de l'Ouest (SOUTHGATE *et al.*, 1985. DIAW et VASSILIADES, 1987), *Bulinus truncatus*, *B. umbilicatus*, *B. senegalensis*, *B. globosus* et *B. forskalii* assurent à des degrés variables selon les régions la transmission de *S. bovis*. *S. curassoni*, quant à lui, est transmis principalement par *B. umbilicatus*, et plus faiblement par *B. globosus* et *B. senegalensis*.

II LES MOLLUSQUES HOTES INTERMEDIAIRES DES SCHISTOSOMES

II.1 Classification systématique

Les mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes en Afrique appartiennent à la classe des gastéropodes (CUVIER, 1798), à la sous-classe des pulmonés, à la super-famille des *Planorbidae* et à deux familles. La famille des *Planorbidae* (RAFINESQUE, 1815), dans laquelle se trouve le genre *Biomphalaria* (PRESTON, 1910) et la famille des *Bulinidae* (CROSS et FISHER, 1880) avec le genre *Bulinus* (MULLER, 1781).

II.2 Bioécologie

Les mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes vivent en eau douce dans les eaux peu profondes, près des rives des lacs, des barrages, des mares, des marigots et des cours d'eau. En l'absence de plantes aquatiques, la présence de boue riche en matières organiques en décomposition caractérise leur habitat naturel. Ils s'adaptent aussi à des habitats à substrat de pierres ou de béton si une croissance d'algues assure leur alimentation.

Les pulmonés ne nagent pas ; ils peuvent flotter en surface ou se laisser entraîner par les mouvements d'eau. Le pied ventral aplati, sert à ramper ou à se fixer sur le support. Ils ont un régime généralement herbivore; à l'aide d'une langue appelée radula munie de petites dents cornées, ils râpent les algues et les micro-organismes déposés sur les supports.

Au niveau de la reproduction, les mollusques vecteurs des bilharzioses africaines sont hermaphrodites, prolifiques et capables d'auto-fécondation.

La croissance des mollusques est soumise à divers facteurs de l'environnement tels que les facteurs physiques, chimiques ou biologiques.

Les facteurs physiques les plus importants sont la lumière, la température, la pluviométrie, la turbidité, l'assèchement du milieu aquatique, la vitesse du courant. De façon générale, les études montrent que les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomiasis peuvent vivre dans les eaux chaudes dont la température est comprise entre 15 et 32° C. Une pluviométrie forte est en général défavorable au développement des populations de mollusques.

Les plus importants facteurs chimiques susceptibles d'influencer la biologie des mollusques sont la salinité, la teneur en sels dissous, le pH, la teneur en oxygène ..

II.3 Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes du bétail domestique au Burkina Faso

Le Burkina Faso est un pays plat, de 274000 km² de superficie, au coeur de l'Afrique Occidentale, entre les latitudes 9°20 et 15°05, et les longitudes 5°30 Ouest et 2°20 Est. Le climat, tropical soudanien, est caractérisé par l'alternance de deux saisons fortement contrastées, la saison sèche et la saison des pluies. Cinq grandes zones climatiques (GUINKO, 1984) vont du climat de type sahélien au nord (précipitations annuelles inférieures à 650 mm), au climat de type sub-soudanien (précipitations annuelles supérieures à 1000 mm). La végétation est caractérisée par la prédominance de formations végétales à couvert peu fermé (steppe, savane, forêts claires) avec un grand développement du tapis graminéen. Les eaux de surface comprennent des cours d'eau, des lacs, un millier de barrages et une multitude de mares temporaires.

Les enquêtes malacologiques réalisées jusqu'à nos jours, présentent le Burkina Faso comme un carrefour de mollusques hôtes intermédiaires en Afrique de l'Ouest.

En effet, toutes les espèces de bulins couramment rencontrées dans la sous-région et reconnues responsables de la transmission de schistosomes du bétail domestique sont représentées dans le pays. Il s'agit de *B. truncatus* (CLESSIN, 1886), de *B. globosus* (MORELET, 1781), de *B. senegalensis* (MULLER, 1781), de *B. umbilicatus* (MANDAHL-BARTH, 1973) et de *B. forskalii* (EHRENBERG, 1831). Grâce aux travaux de SELLIN *et al.* (1980), PODA *et al.* (1994), des données sur la répartition et l'écologie de chaque espèce de ces bulins sont disponibles.

III COMPATIBILITE MOLLUSQUE-SCHISTOSOMES

La compatibilité mollusque-schistosome regroupe l'ensemble des interactions intimes qui existent dans le couple mollusque schistosome, et qui permet la transmission des schistosomes dans un écosystème donné. Cette notion se réfère à la relation globale entre l'hôte et son parasite et prend en compte non seulement l'aptitude du mollusque à être l'hôte intermédiaire du schistosome (susceptibilité du mollusque), mais aussi la capacité du parasite à pénétrer et à se développer chez le mollusque (infectivité du miracidium).

Ce sont surtout les aspects immunologiques de ces interactions qui prévalent et rendent compte de la compatibilité hôte - parasite qui se résume à la concordance des génomes d'un hôte spécifique et d'un parasite spécifique (BASCH, 1975).

L'étude de la compatibilité mollusque-schistosome permet d'évaluer les risques d'extension de la parasitose et de déterminer les hôtes intermédiaires potentiels des différentes espèces et populations de schistosomes. Le degré de compatibilité mollusque-schistosome s'apprécie par l'évaluation du taux d'infestations réussies des mollusques exposés à une dose de miracidiums.

DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

I LES ENQUETES MALACOLOGIQUES

Les enquêtes malacologiques sont des sorties sur le terrain au cours desquelles les mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes sont récoltés dans des points d'eau. En laboratoire, ces mollusques sont testés et ceux qui sont positifs sont séparés pour la détermination de l'espèce de schistosome qu'ils hébergent.

I.1 Choix des sites

Nos enquêtes malacologiques ont concerné les zones de Donsin dans la province de Namentenga, de Tenkodogo dans la province de Boulgou, et de Mogtéo dans la province de Ganzourgou.

La région de Tenkodogo constitue une des parties du pays où on note le plus grand nombre de retenues d'eau artificielles. Cette zone abrite toutes les espèces de mollusques hôtes intermédiaires de schistosomes identifiées au Burkina Faso et est reconnue hyperendémique pour la bilharziose urinaire chez l'homme (PODA, 1994). Les différents points d'eau qu'on y rencontre, notamment le nouveau barrage de grand Bagré, constituent des pôles attractifs, qui reçoivent des individus de divers horizons et peuvent occasionner de ce fait, un brassage de plusieurs souches de schistosomes. Cela entraîne une extension des bilharzioses de façon générale et augmente les chances de rencontrer des mollusques naturellement infestés par les schistosomes du bétail domestique dans cette zone; d'où la motivation de notre choix pour ce site.

Donsin est un village qui fait partie de la catégorie des zones d'immigration du pays en raison des conditions naturelles défavorables à l'agriculture. Les enquêtes malacologiques par la mise en évidence de parasitoses au niveau des mollusques, montreront les différentes espèces de schistosomes présentes dans la région. Cela permettra une meilleure compréhension de la situation parasitologique non seulement du village, mais aussi celle des zones où ces immigrants s'installent.

Quant à Mogtéo, il constitue un ancien site qui a fait l'objet de plusieurs études qui pourraient servir d'exemples.

I.2 Collecte des mollusques

Les bulins sont récoltés sur tous les supports immergés, à l'aide d'une pince souple, pendant 10 mn dans chaque site. Ces mollusques récoltés sont stockés dans des boîtes en plastique dur, perforées contenant du coton préalablement humidifié. Le transport des boîtes au laboratoire est effectué dans une glacière, où la température est maintenue à environ 20°C.

I.3 Contrôle de parasitose chez les mollusques

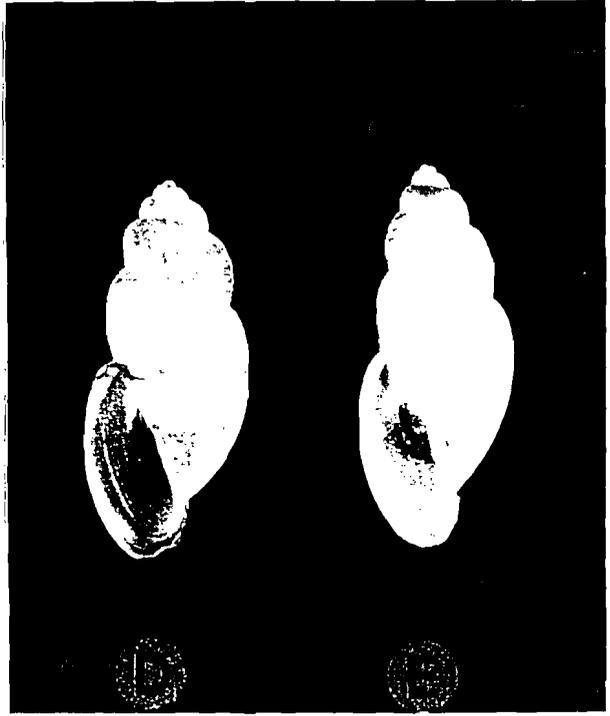
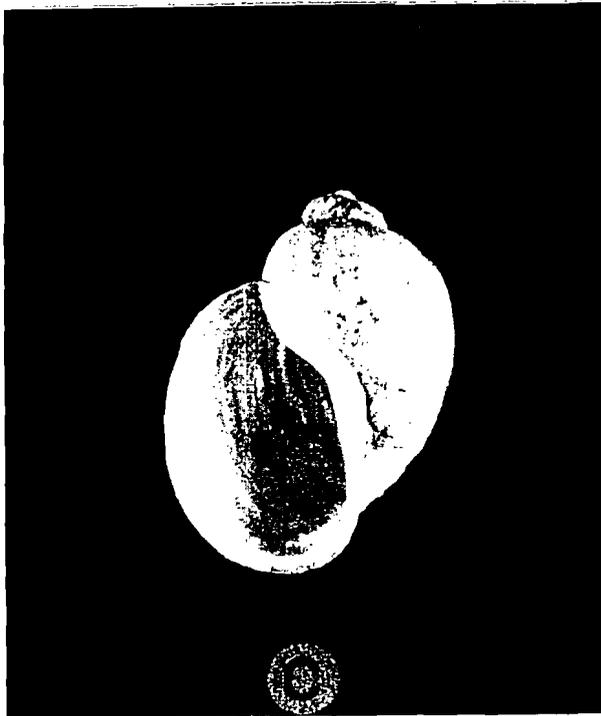
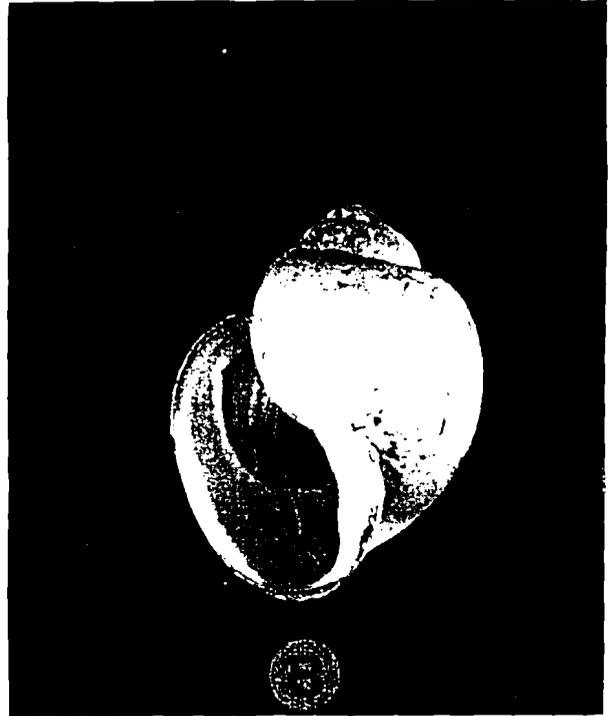
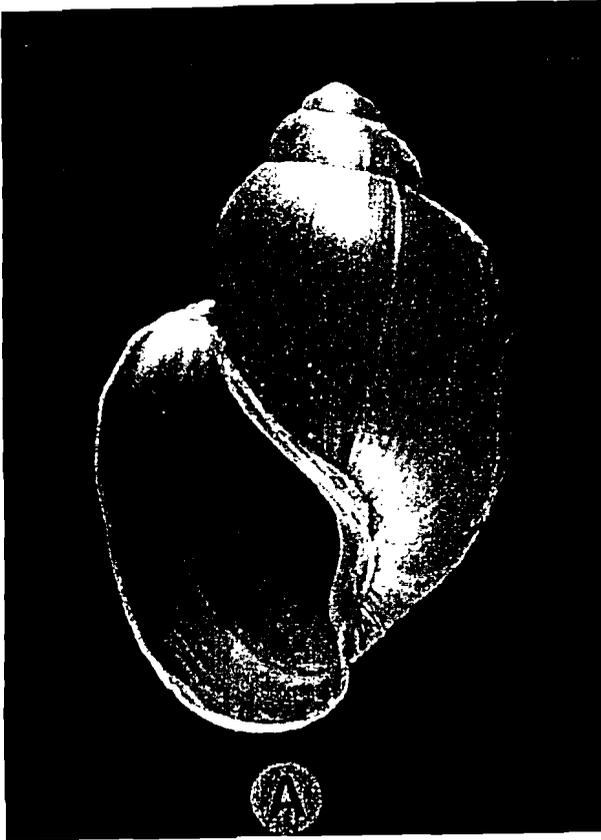
Une fois au laboratoire les mollusques sont identifiés selon la morphologie de la coquille (Photo 1), placés dans des piluliers contenant de l'eau de forage (à raison d'un mollusque par pilulier) et exposés à une source lumineuse artificielle (néon de 36 Watts). Cette exposition à la lumière provoque une libération de cercaires de schistosomes chez les mollusques infestés. Les individus positifs sont comptés et mis en élevage, dans la perspective de l'identification de l'espèce de schistosome faisant l'objet de leur infestation. Ceux qui sont négatifs sont maintenus en élevage à part pendant un mois, pour permettre le développement des parasites en période prépatente, et contrôlés à nouveau.

I.4 Identification de schistosome chez le mollusque par la chronobiologie de l'émission cercarienne.

Cette identification consiste en la mise en évidence de l'espèce de schistosome responsable de la parasitose chez un mollusque positif. Différentes techniques sont utilisées à cet effet.

Notre choix s'est porté sur la chronobiologie de l'émission cercarienne, une méthode simple, à moindre coût et fiable. En effet Le rythme d'émergence des cercaires de schistosomes est génétiquement déterminée et ne dépend ni de l'activité propre du mollusque, ni de la présence effective de l'hôte définitif dans le milieu (THERON *et al.*, 1988; MOUAHID *et al.*, 1986).

La chronobiologie de l'émission cercarienne est l'étude du rythme d'émergence de cercaires grâce à un appareil, le chronocercariomètre de THERON, qui permet de recueillir automatiquement la quantité de larves émises par le mollusque positif pour chaque tranche horaire du matin au soir. Ce marqueur autorise une discrimination nette entre les espèces de schistosomes parasites de l'homme et celles parasites d'animaux, mais l'appareillage utilisé présente l'inconvénient de n'être pas transportable sur le terrain. Pour cela il a été mis au point par l'équipe de CERMES de Niamey, un cercariomètre simplifié que nous avons utilisé.



A : *B. globosus* (15 mm)

B : *B. umbilicatus* (10 mm)

C : *B. truncatus* (10 mm)

D : *B. forskalii* (9,5 mm)

E : *B. senegalensis* (9,5 mm)

I.4.1 Description du chronocercariomètre simplifié

L'appareil comprend :

- Une armature centrale formée d'une barre métallique d'environ 40 cm de long, portée par deux pieds triangulaires hauts de 8 cm. Le long de cette barre principale sont disposés six fils métalliques torsadés, gainés de plastique d'une longueur de 10 cm chacun. Ces six fils portent à leur extrémité six petits tubes en polystyrène. L'extrémité inférieure des tubes est recouverte d'un filtre nylon grillagé, collé à l'aide d'une colle forte non toxique. Ces tubes sont destinés à recevoir les mollusques à tester;
- six aquariums en polystyrène de 4,5 cm de hauteur et 3,5 cm de diamètre;
- une lampe à néon attachée à une barre à une hauteur 20 cm.

I.4.2 Principe de fonctionnement

Une fois les mollusques introduits dans les petits tubes (1 mollusque par tube), la seconde extrémité des tubes est bouchée par un filtre nylon pour éviter que les mollusques s'échappent. Tous les tubes contenant les mollusques sont introduits en même temps dans les aquariums disposés en rangée et remplis aux trois quarts avec de l'eau de forage. L'ensemble du dispositif est alors exposé à la lumière du néon. Toutes les heures, après rinçage des mollusques à l'aide d'un jet d'eau de forage contenue dans une pissette, le système est déplacé pour être introduit dans une nouvelle rangée d'aquariums. Les cercaires émises pendant chaque tranche horaire sont filtrées sur un filtre "nytrell" à vide de maille de 20 μm de diamètre, à travers un dispositif "millipore", puis colorées au lugol, et enfin comptées à la loupe binoculaire.

Le nombre de cercaires émises par tranche horaire du matin au soir constitue ainsi le rythme d'émergence cercarien dont l'analyse permet de déterminer l'espèce de schistosome hébergé par le mollusque donné. Les cercaires émises pendant les trente premières minutes ne sont pas prises en compte. En effet l'exposition brutale à la lumière est responsable d'un pic d'émission précoce qui n'est pas observé avec le dispositif de THERON (LABBO, 1991).

I.5 **Elevage des mollusques au laboratoire**

Cette partie regroupe l'ensemble des soins nécessaires au bon développement des mollusques ramenés des enquêtes sur le terrain. Une fois au laboratoire ces mollusques sont mis en bac (20 mollusques au maximum par bac), contenant de l'eau de forage. Les bacs sont des récipients assez large d'une capacité d'environ 1,5 l. Les mollusques adultes sont nourris à la salade séchée et les mollusques jeunes ou fragiles à l'algue.

I.5.1 Elevage des jeunes mollusques

Pour éviter un mélange de générations de mollusques, les pontes obtenues en laboratoire sont délicatement décollées à l'aide de pinces plates en plastique, récupérées dans des boîtes algue. L'algue servira de nourriture aux jeunes mollusques dès l'éclosion des oeufs. Une fois que le thalle à été en partie consommé, la boîte est introduite telle dans un bac de dimensions supérieures où se poursuivra le développement des mollusques.

I.5.2 Culture de l'algue

La culture de l'algue se fait à partir de thalle sec. L'algue utilisée provient du CERMES de Niamey et appartient à l'espèce *Nostoc mycorum*. Elle est relativement aisée à maintenir et peut être conservée un certain temps sous forme de thalle sec. Le séchage se fait par étalement du thalle sur une boîte de Pétri en plastique pendant quelques heures. Un thalle sec peut servir au repiquage d'une vingtaine de boîtes. Ces boîtes doivent être bien propres (stérilisées si possible).

De la terre riche en matières organiques est tamisée et mise à l'étuve pour stérilisation pendant 30 mn. A cette terre on ajoute une cuillerée d'agar agar. L'ensemble est humidifié et mélangé jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène et consistante. La pâte est modelée à chaud dans les boîtes de Pétri de façon à faire un petit mamelon au centre. Les boîtes sont placées sur des étagères d'armoires métalliques, éclairées par des lampes néons disposées à environ 20 cm au dessus d'elles. Les parois des armoires sont recouvertes de papier aluminium pour permettre une meilleure diffusion de la lumière. Chaque boîte est remplie aux 3/4 avec de l'eau distillée, puis on procède à l'ensemencement.

Le thalle sec est broyé et renversé dans environ 100 ml d'eau distillée à l'intérieur d'un bécher. L'ensemble est activement mélangé jusqu'à obtention d'une solution homogène. Chaque boîte, toujours en place sur les étagères estensemencée avec 4 à 5 ml de cet homogenat. Le thalle est utilisable pour la nourriture des mollusques environ 15 jours après l'ensemencement. Un thalle bien développé a une couleur brunâtre et une consistance assez compacte.

I.5.3 Maintenance de l'élevage

Pour éviter une mortalité anormale des mollusques, certaines précautions doivent être prises

- éviter de surcharger les bacs (pas plus de 20 mollusques par bac) ;
- utiliser toujours de l'eau de forage ou de puits ;

- la température ambiante doit être réglée à environ 26 °C ;
- couvrir les bacs afin d'éviter une forte évaporation et la fuite des mollusques ;
- changer l'eau des bacs une fois par semaine, en prenant soin d'éviter les chocs thermiques ;
- éviter l'utilisation de détergents pour le nettoyage des bacs ;
- mettre de la mousse de Java si possible pour oxygéner l'eau des bacs ;
- donner de la nourriture en permanence et en petites quantités.

II Enquêtes parasitologiques chez le bétail

Cet aspect de notre travail s'intéresse à la maladie chez l'hôte définitif. Il consiste en une mise en évidence des schistosomes adultes dans le tube digestif des animaux abattus.

II.1 Choix des sites d'enquêtes

A raison du temps qui nous est imparti et dans le souci d'avoir un échantillon reflétant l'image globale du pays, nos enquêtes parasitologiques chez le bétail domestique, ont intéressé l'abattoir de Ouagadougou, de Bobo-Dioulasso et de Mogtédou.

Les abattoirs de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso constituent les deux plus grands centres d'abattage du pays. Ils accueillent des animaux de diverses provinces et même d'autres pays. Mogtédou est un site où nous avons effectué des enquêtes malacologiques, au cours desquelles l'occasion nous a été offerte d'examiner quelques petits ruminants.

II.2 Examen des animaux abattus et récupération des schistosomes

L'examen consiste en la recherche à l'aide de torche, de schistosomes adultes dans les veines péri-intestinaux des animaux abattus. A fin de prendre en compte la distribution spatiale des schistosomes au sein de leur hôte, le tube digestif de chaque bête à examiner est sectorisé en trois secteurs (LABBO, 1992) :

- l'intestin antérieur, correspondant approximativement au duodénum;
- l'intestin moyen correspondant approximativement au jéjunum et à l'iléon;
- l'intestin postérieur correspondant au côlon spiral ou tortillon et à l'ensemble du côlon terminal ou rectum.

Chaque animal examiné, négatif ou positif est comptabilisé. Pour les animaux positifs, les schistosomes sont visibles à la lumière dans les vaisseaux. Le maximum des vers est extrait avec précaution et en respectant la sectorisation du tube digestif. Les schistosomes ainsi extraits sont stockés dans des piluliers contenant du NaCl à 0,85%.

La préparation du NaCl à 0,85% se fait à partir de 8,5 g de NaCl dans un litre d'eau distillée. Les piluliers comportent un code qui rend compte de la nature de l'hôte définitif (bovin, ovin, caprin), du numéro de l'animal positif et du secteur du tube digestif concerné. Une addition au NaCl des piluliers du sang de l'hôte positif permet de maintenir les schistosomes plus longtemps en vie.

Le codage des piluliers se fait par :

- une lettre pour désigner l'hôte (O = ovin, B = bovin, C = caprin);
- un chiffre pour le numéro de l'hôte positif;
- une lettre pour le secteur du tube digestif. Cette lettre correspond à la première lettre du secteur donné.

Exemple : B4P = schistosomes du bovin positif n° 4, récoltés dans les vaisseaux du tube digestif, au niveau de l'intestin postérieur.

II.3 Caractérisation des schistosomes par la morphologie des oeufs intra-utérins des femelles

II.3.1 Principe

Les schistosomes récoltés dans les veines mésentériques des ruminants sont morphologiquement très proches. Pour déterminer le statut spécifique de ces vers adultes, l'usage d'un certain nombre de marqueurs s'impose. Parmi eux, on a la morphologie des oeufs intra-utérins des vers femelles. C'est une technique simple assez fiable qui permet de distinguer franchement *S. bovis* de *S. curassoni*. En effet la forme et la taille des oeufs sont caractéristiques pour chaque espèce.

Chez *S. bovis*, l'oeuf est fusiforme et étiré aux deux extrémités, avec un pôle arrondi et un autre épineux. Il mesure 208 à 238 µm de long sur 56 à 63 µm de large tandis que chez *S. curassoni*, l'oeuf est plus petit, arrondi à une extrémité et pointu à l'autre. Il ressemble à l'oeuf de *S. haematobium*, et mesure 130 à 190 µm de long sur 50 à 65 µm de large (DIAW et VASSILIADES, 1987).

II.3.2 Protocole expérimental

Les schistosomes adultes vivent quasi permanemment accouplés. La femelle plus longue et plus mince est logée dans le canal gynecophore du mâle. La manipulation consiste à reprendre les vers récoltés, à dissocier les couples, et à vérifier le statut spécifique des femelles. Pour avoir le maximum de vers bien vivants à l'examen de façon à disposer d'un échantillon représentatif des différents hôtes naturellement parasités, il est préférable de commencer par les hôtes les moins chargés.

- Dissociation des couples

Cette dissociation se fait séparément pour chaque hôte, et pour un hôte donné, chaque section du tube digestif séparément. L'opération consiste à disposer sous la loupe binoculaire, une boîte de Pétri à trois compartiments, contenant du NaCl à 0,85%. Les vers du premier secteur du tube digestif du premier hôte sont transférés dans un des compartiments de la boîte de Pétri. La dissociation commence par les couples visibles, avec en premier lieu, ceux en cours de séparation naturelle. Les mâles dissociés sont transférés dans un des deux compartiments libres et les femelles séparées dans l'autre. La séparation se poursuit avec le reste des couples, en "chatouillant" la gouttière du mâle aux pinces fins pour détecter la présence de la femelle et la transférer avec les autres.

- Vérification du statut spécifique des femelles

Elle consiste à monter une à une, entre lame et lamelle, les femelles dissociées imprégnées abondamment dans du NaCl à 0,85%, à observer au microscope optique, la morphologie des oeufs et à en définir l'espèce en se référant à une planche type venant du CERMES de Niamey. A partir des lames ainsi préparées, on peut faire des photographies grâce à un dispositif approprié. Dans notre cas précis, seules les lames observées à Ouagadougou ont pu être photographiées. Nos observations ont été effectuées à l'objectif 10 et aux grossissements 20 et 40.

La vérification du statut spécifique de ces vers adultes ainsi isolés peut se réaliser par d'autres méthodes telles que les marqueurs biochimiques, ou le microscope à balayage, que nous n'avons pas utilisé.

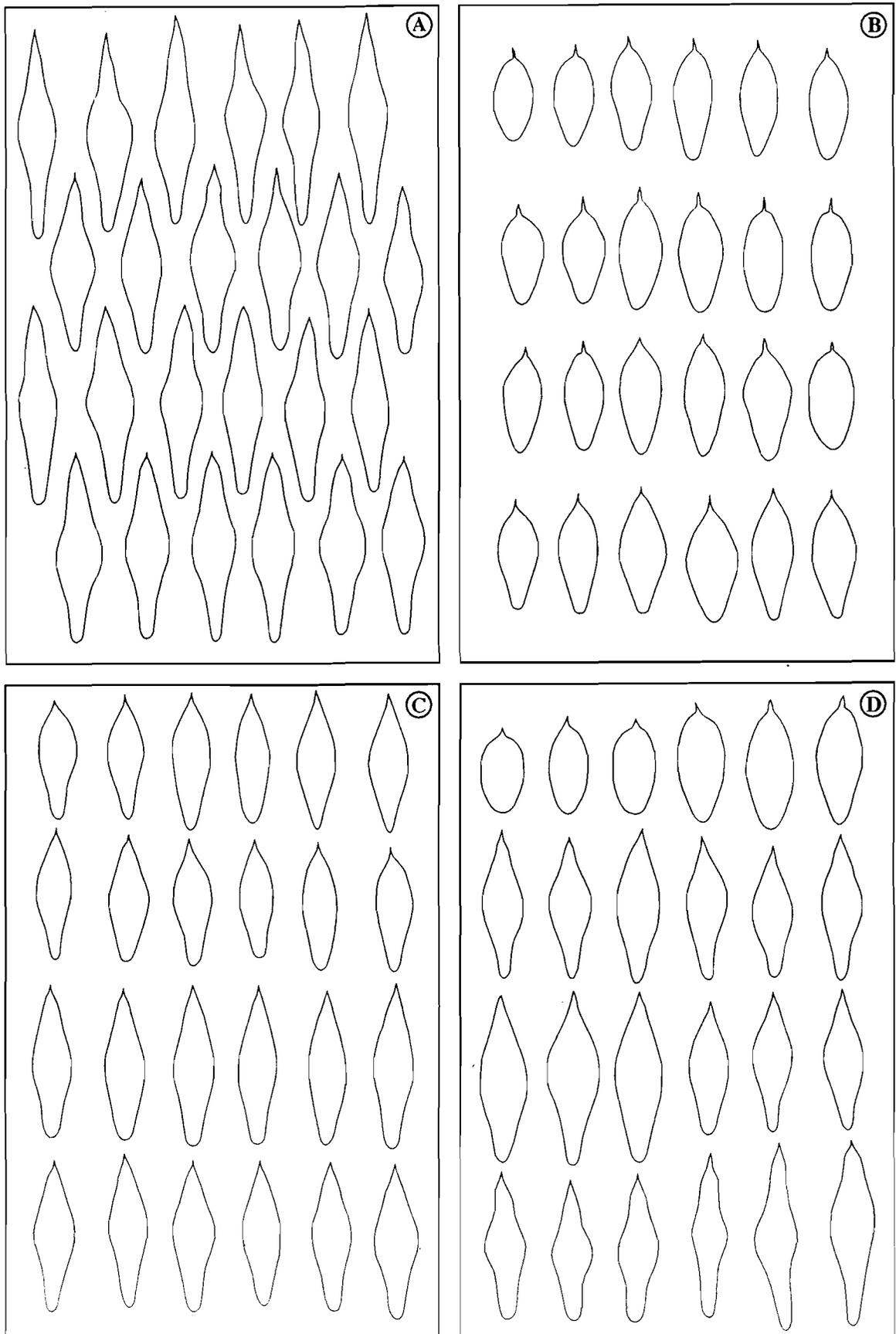


Figure 2 : Planche de référence pour la morphologie des oeufs de *S. bovis*, de *S. curassoni* et de leurs hybride (CERMES de Niamey).

A = *S. bovis*

B = *S. curassoni*

C = Hybrides F1

D = Hybrides F2

III Estimation de l'impact des schistosomiasés du bétail domestique sur l'économie du Burkina Faso

Il s'agit dans cette partie de voir quelles peuvent être les retombées néfastes par an des schistosomiasés du bétail domestique sur l'économie du Burkina Faso. Pour cela ne disposant pas de données sur la pathologie de ces parasitoses au Burkina, nous procéderons à une estimation en faisant appel aux résultats obtenus au Niger, un pays présentant beaucoup de similitudes avec le Burkina Faso, et où d'importantes études ont été réalisées sur les bilharziosés. Parmi ces travaux, nous nous servons surtout de "l'impact des bilharziosés du bétail sur l'économie de la république du Niger" (BREMOND *et al*, 1992). Ce document a été réalisé à partir des résultats de pathologie expérimentale du Soudan (pour *S. bovis*), et du Sénégal (pour *S. curassoni*).

Pour cette estimation, nous extrapolerons l'ensemble des données du Niger à la situation au Burkina. Cette extrapolation nécessite quelques approximations et postulats basés sur la situation dans les deux pays (Tableau I). Ainsi, afin de dresser un bilan aussi réaliste que possible, avec des calculs simples, nous considérerons :

- que les prévalences au Burkina Faso sont celles qui seront observées dans nos sites d'enquêtes, à partir desquelles des prévalences globales seront calculées;
- que les prévalences observées au Burkina Faso sur la base d'une détection de schistosomes, sont comme celles du Niger comparables à celles du Soudan établies sur la base de l'excrétion fécale des oeufs;
- que la pathologie liée à un parasitisme des populations mixtes est comparable à celle provoquée par *S. bovis* seul;
- que la pathologie étant fonction de l'intensité du parasitisme, l'incidence sur la santé des animaux est liée à la charge parasitaire en couples de schistosomes. Sur cette base, les pertes annuelles individuelles de poids chez les bovins seront (comme au Niger, 0; 0,02; et 0,04 Kg par couple de schistosomes respectivement pour les faibles, moyennes et fortes charges. Pour compenser la présence au Soudan de porteurs chroniques en charges parasitaires élevées mais à faible pathogénicité, la pathologie liée aux faibles charges parasitaires à été négligée comme au Niger;
- que la perte de poids liée aux parasitisme est irréversible;
- que l'atteinte de la fertilité, démontrée au Soudan est négligeable au Burkina comme au Niger;
- que la mortalité des jeunes animaux estimés à 4,4% à partir des prévalences de 28% au Niger ne sera pas prise en compte au Burkina Faso.

Tableau I : Comparaison des données sur la schistosomiase du bétail au Niger et au Burkina Faso

	Niger	Burkina Faso
Climat général	Semi-aride à aride	semi-aride
Rôle de l'élevage dans l'économie	Majeur	Majeur
Mode d'élevage	Essentiellement nomade	Essentiellement semi-nomade
Races des ruminants	Races locales	Races locales parfois différentes de celles du Niger
Espèces de schistosomes principalement rencontrées	<i>S. bovis</i>	<i>S. bovis</i> (selon nos résultats)
Principal hôte intermédiaire	<i>B. truncatus</i> .	Inconnu mais probablement le même qu'au Niger
Sites de transmission.	Essentiellement des mares temporaires	Mares temporaires, barrages, canaux
Temps favorable à la transmission	Novembre à Mars.	Inconnu.
Hôtes définitifs potentiels	Bovins, ovins, caprins.	Bovins et probablement ovins et caprins.
Pathologie parasitaire	Non étudiée	Non étudiée
-Perte de poids individuelle par rapport aux témoins	Estimée à partir du cas du Soudan et supposée liée à la charge parasitaire	Estimée comparable à celle du Niger
-Atteinte à la fertilité	Non prise en compte	Non prise en compte
-La mortalité naturelle	Estimée et supposée liée à la charge parasitaire en couples: 4,4% chez les jeunes ruminants à partir d'une prévalence de 28%	Non prise en compte

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I RESULTATS MALACOLOGIQUES

Trois espèces de mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes du bétail domestique ont été récoltées au cours de nos enquêtes malacologiques. Il s'agit de *B. globosus*, de *B. senegalensis* et de *B. truncatus*. Ces mollusques, une fois au laboratoire ont été comptabilisés et les survivants ont subi le contrôle, qui a mis en évidence une infestation naturelle chez quatre *B. truncatus*, dont trois de petit Bagré et le quatrième de Mogtêdo. Les données brutes sont regroupées dans le tableau II.

Tableau II : Espèces de bulins récoltées par station au cours des enquêtes

Espèce	Station	Date de récolte	Effectif	Survivants	Date du 1 ^{er} test	Positifs
<i>Bulinus senegalensis</i>	Donsin	du 03 au 06-09-1996	214	185	12-09-1996	0
<i>Bulinus globosus</i>	Garango (canaux)	10-09-1996	32	30	13-09-1996	0
<i>Bulinus senegalensis</i>	Garango (canaux)	10-09-1996	2	0	-	-
<i>Bulinus senegalensis</i>	Mogtêdo (mare Kopelga)	11-09-1996	4	0	-	-
<i>Bulinus truncatus</i>	Mogtêdo (mare Kopelga)	11-09-1996	157	157	13-09-1996	1
<i>Bulinus truncatus</i>	petit Bagré (canaux)	10-09-1996	135	132	16-09-1996	3
<i>Bulinus globosus</i>	Zorgho (barrage)	11-09-1996	184	178	18-09-1996	0

I.1 Caractéristiques écologiques et physico-chimiques des sites de récolte

I.1.1 Présentation des résultats

Dans le milieu naturel, la vie des bulins entrave des paramètres d'ordre varié, qui sont souvent déterminants pour une espèce donnée. Pour approcher l'impact de ces différents facteurs sur les bulins, nous avons relevé au cours de nos enquêtes malacologiques, le maximum d'informations sur les sites. Bien que des suivis et expériences spécifiques n'ont pas fait l'objet d'étude de l'influence de ces facteurs dans le présent travail, les informations collectées donnent une idée sur les tranches d'intervalles tolérées par les mollusques.

Il y a d'une part les caractéristiques écologiques qui regroupent la nature du point d'eau, le niveau de la mise en eau, les types de supports pour mollusques, les fréquentations et activités menées dans ces points d'eau, les zones de prospection et les espèces de mollusques rencontrées (Tableau III).

D'autre part on a les facteurs physico-chimiques. Ils sont mesurés avec des appareils appropriés, à partir d'une certaine quantité d'eau prélevée sur place. On a les températures de l'eau et de l'air, le pH et la conductivité de l'eau (Tableau IV).

Tableau III : Caractéristiques écologiques des différents sites de récolte

	Donsin	petit Bagré	Garango	Mogtéo	Zorgho
Type de point d'eau	Mares temporaires	Barrage avec canaux d'irrigation	Barrage avec canaux d'irrigation	- Barrage avec canaux d'irrigation - Mare (Kopelga)	Barrage
Mise en eau	Moyenne Faible	Elevée	Elevée	Remplie	Remplie
Supports	Brindilles, végétation aquatique	Feuilles mortes, brindilles, branches sèches	Végétation aquatique, cailloux	Tiges sèches, cailloux	Cailloux, herbes
Fréquentations	Hommes Animaux	Hommes Animaux	Hommes Animaux	Hommes Animaux	Hommes Animaux
Activités	- Boissons des hommes - Breuvage des animaux - Baignade	- Breuvage des animaux - Baignade - Travaux champêtres	- Breuvage des animaux - Baignade - Travaux champêtres	- Lessives, vaisselles - Baignade - Breuvage des animaux - Travaux champêtres	- Lessives - Breuvage des animaux - Pêche
Zones prospectées	Bordures	Canaux	Canaux	- Bordure de la mare - Canaux du barrage	Déversoir du barrage
Mollusques récoltés	<i>B. senegalensis</i> en forte densité	<i>B. truncatus</i> en densité moyenne	<i>B. globosus</i> en densité moyenne <i>B. senegalensis</i> en faible densité	<i>B. senegalensis</i> en faible densité <i>B. truncatus</i> en forte densité	<i>B. globosus</i> en forte densité

Tableau IV : Facteurs physico-chimiques des sites de récolte

Facteurs physico-chimiques				
Station	Température en °C		pH	Conductivité en mV
	température de l'eau	température de l' air		
Donsin	37,8	36,5	5,70	0,22
petit Bagré	30	28,6	5,32	0,24
Garango	34,6	32,2	5,66	0,23
Mogtéo	26,3	23,1	5,32	0,24
Zorgho	24,5	25,6	5,32	0,24

I.1.2 Interprétation et discussions

Le premier facteur important est le type de point d'eau ; il indique l'espèce de bulin susceptible de coloniser un milieu aquatique donné. Au cours de nos enquêtes, comme le montre le tableau III des résultats, *B. senegalensis* a été récolté en forte densité à Donsin où la majorité des points d'eau est constituée de mares temporaires. *B. truncatus* a été récolté dans les canaux d'irrigation des barrages de petit Bagré, de Garango, de Mogtéo, et au niveau de la mare Kopelga de Mogtéo. Quant à *Bulinus globosus*, il a été récolté au niveau du déversoir du barrage de Zorgho et dans les canaux du barrage de Garango. Ces résultats indiquent le type de biotope préféré de chacune des espèces de bulins. En effet :

- Au Burkina Faso, *B. senegalensis* est majoritairement rencontré au niveau des mares temporaires, qui représentent 51,61% de l'ensemble des biotopes de cette espèce (PODA *et al.*, 1994). Cette adaptation de *B. senegalensis* a été démontrée par des recherches sur les mares temporaires de l'Afrique de l'Ouest (DUKE et Mc CULLOUGH, 1954 ; SMITHERS, 1956 ; WILKINS, 1977 ; GOLL et WILKINS, 1984 ; BETTERTON *et al.*, 1983, 1988 ; VERA *et al.*, 1991).

- *B. truncatus* est une espèce largement répandue sur le territoire burkinabé. Il se rencontre dans toutes les zones bioclimatiques du pays, avec cependant une préférence pour les milieux aquatiques stagnants et permanents tels que les barrages qui représentent 61,73% des biotopes de cette espèce (PODA *et al.*, 1994). De façon générale, cette préférence de *B. truncatus* a été démontrée par SYMOENS *et al.*, 1982.

- Quant à *B. globosus*, les traits communs à ses biotopes sont leur encombrement en végétations aquatiques ou en détritiques, la permanence des eaux et un écoulement diffus des eaux durant la majeure partie de l'année (PODA *et al.*, 1994).

La collecte standardisée des mollusques (10 mn par station) a permis d'évaluer les densités relatives des différentes espèces de bulins dans les sites. De façon générale, ces densités sont importantes. Cela pourrait s'expliquer par la mise en eau suffisante, l'abondance de brindilles, de feuilles mortes ou de végétations aquatiques, servant à la fois de supports et de nourriture pour les bulins. L'évaluation de ces densités relatives permet de déceler et de classer (par ordre de risque croissant) d'éventuels foyers de transmission de schistosomes. Ainsi la forte densité de *B. senegalensis* en plus des fréquentations et des activités menées dans les points d'eau à Donsin (Tableau III), indiquent un risque élevé de transmission de schistosomes de l'homme et du bétail domestique. Au niveau des régions de Mogtédou et de Tenkodogo (petit Bagré, Garango, Zorgho), la forte densité des bulins récoltés confirme en partie l'état endémique de ces zones pour la bilharziose urinaire de l'homme, et indique la possibilité d'y rencontrer les schistosomes du bétail.

Autre facteur écologique affectant la vie des bulins est la pluviométrie, qui détermine la mise en eau, l'écoulement des eaux et le remplissage des mares et des barrages. Il a été mis en évidence par CARBONNEL (1983), une tendance à l'augmentation du nombre de jours de pluies en général au Burkina Faso et une diminution des pluies supérieures à 40 mm. Cette variabilité de la pluviométrie engendrerait selon PODA (1994) :

- la variabilité de la date de mise en eau des mares et de la remontée des eaux de barrages;
- la variabilité des dates de fin de l'estivation des bulins et de leur remise en activité;
- la variabilité du nombre de générations annuelles descendant d'un même individu au niveau des plans d'eau.

Du point de vue de la fréquentation et des différentes activités menées au niveau des points d'eau, les résultats de nos enquêtes malacologiques (Tableau III) mettent en évidence une double intervention humaine et animale.

Pour les animaux, l'activité principale reste l'abreuvement au cours duquel les fèces peuvent atteindre l'eau. Les fèces d'un animal parasité une fois dans l'eau, libèrent les oeufs de schistosomes. Ces oeufs éclosent, donnent des miracidiums qui vont infester les mollusques présents dans le milieu aquatique et le cycle reprend.

Du côté humain, les activités sont multiples : en plus de l'agriculture, de la pêche et des travaux ménagers, ces différents points d'eau servent à la baignade, et parfois même à la consommation. Pourtant, comme le montre l'impact des facteurs environnants (PODA *et al.*, 1994), le développement et la multiplication des mollusques sont intimement liés à l'évolution physico-chimique de chaque plan d'eau. De ce fait, cette double fréquentation (humaine et animale) des points d'eau peut avoir deux conséquences essentielles :

- l'accroissement des populations de mollusques par la création de conditions favorables (disponibilité en nutriments);
- l'amplification du flux parasitaire de l'hôte intermédiaire (mollusque) à l'hôte définitif, et vice versa ; et la favorisation d'interaction entre schistosomes de l'homme et ceux du bétail.

Dans ces conditions une attention particulière doit être faite sur le danger que représente pour la santé animale et humaine, les modifications de l'environnement dues à ces différentes activités.

Quant aux paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité), ils sont dépendants les uns des autres et influencent fortement la vie des mollusques (PODA, 1994) ; ainsi le pH interviendrait dans la libération du calcium, par des réactions qui donnent un pouvoir tampon à l'eau où on peut trouver du dioxyde de carbone (CO_2) libre, de l'acide carbonique (H_2CO_3) non dissocié, de l'acide carbonique dissocié (CO_3^- , H^+); du bicarbonate de calcium (Ca^{2+} , CO_3H^-); des ions hydroxyles (OH^-) ;le pH interviendrait aussi dans la dissociation chimique de l'azote ammoniacal et par conséquent sur la production alguale et de nutriments pour les pulmonés (PODA, 1994).

En ce qui concerne la température, elle agirait sur la dynamique des populations des pulmonés tels que *B. truncatus* et *B. senegalensis* (PODA *et al*, 1994). Elle agirait aussi sur la croissance de diverses familles d'algues servant de nutriment pour les pulmonés (BALLAND, 1992).

I.2 Parasitose chez le mollusque

I.2.1 Présentation des résultats

Les mollusques testés positifs ont subi la chronobiologie de l'émission cercarienne de 7 h à 18 h pendant trois jours successifs. Les effectifs de cercaires émises chaque jour, pour chaque tranche horaire sont traités à partir du logiciel Excel. Ce logiciel permet de calculer les effectifs et les proportions moyens de chacune des tranches horaires pour chacun des mollusques positifs. Ce même logiciel est utilisé pour illustrer graphiquement les résultats par des courbes individuelles d'émission cercarienne moyenne journalière et des courbes individuelles de proportion moyenne de cercaires émises par tranches horaires (figures 3 et 4).

Pour éviter des confusions, les mollusques positifs ont été codés comme suit : B1, B2, et B3 pour les bulins positifs de petit Bagré, et B4 pour celui de Mogtédo. B1 présente un pic d'émission cercarienne situé dans la tranche horaire de 10 h à 11 h ; B2 et B3 dans la tranche horaire de 15 h à 16, tandis que B4 observe une émission cercarienne maximale entre 13 h et 14 h (Tableau V).

I.2.2 Interprétations et discussions

La chronobiologie de l'émission comme définie plus haut est une clé de détermination qui permet de distinguer les schistosomes parasites de l'homme de ceux parasites des animaux. Elle est basée sur l'analyse du rythme d'émergence des cercaires qui est génétiquement déterminé chez le schistosome et augmente la probabilité pour la cercaire de rencontrer le plus tôt possible son hôte.

En effet les cercaires sont des petits organismes qui, en plus du fait qu'elles sont victimes de prédation naturelle (copépodes, annélides et larves d'insectes), sont incapables de se nourrir dans le milieu extérieur (COMBES, 1993); elles épuisent rapidement leurs réserves de glycogène et perdent leur infectivité au bout de quelques heures.

L'intérêt des cercaires est donc de quitter le mollusque où elle ont été formées à une période qui coïncide le mieux avec le moment où l'hôte définitif fréquente le milieu aquatique.

En général, dans le cas des schistosomes humains, la sortie des cercaires commence vers 10 h du matin, est maximale entre 12 h et 14 h et s'achève vers 16 h (COMBES, 1993) ; 1000 à 2000 cercaires quittent ainsi chaque mollusque infesté par jour avec une probabilité maximale de rencontre les humains dont l'activité est diurne. Pour les schistosomes du bétail domestique (*S. bovis* et *S. curassoni*), l'émergence cercarienne est matinale avec un pic situé entre 9 h et 11 h.

Nos résultats montrent de façon générale un début d'émission de cercaires dès la première heure de l'exposition à la lumière, puis on note une chute brutale à la deuxième heure. Cette chute est de durée et d'intensité variables selon les mollusques ; elle fait ensuite place à une augmentation de l'émergence cercarienne qui atteint un pic dont la position dans le temps est propre à chaque mollusque. Après ce pic l'émission cercarienne baisse définitivement (Figures 3 et 4)

La production spontanée de cercaires au début de la manipulation serait due à l'effet signalé par RABIOU, 1991 : l'exposition brutale à la lumière. En guise de cas généraux ci-cités, et en tenant compte de la notion de compatibilité mollusque - schistosome, nous pouvons dire que B2, B3 (pic d'émission entre 15 h et 16 h) et B4 (pic d'émission entre 13 h et 14 h), hébergent un schistosome humain en l'occurrence *S. haematobium* tandis que B1 dont le pic d'émission est situé entre 10 h et 11 h hébergerait un schistosome du bétail domestique, plus précisément *S. bovis* (Figures 3 et 4). Ces résultats révèlent la présence simultanée de schistosomes humain et animal à petit Bagré. Cela montre une fois de plus l'importance de suivi dans cette zone.

Tableau V Données chronobiologiques de l'émission cercariennes.

Date : 3-10-96	Espèce mollusque : B. truncatus					Localité :petit Bagré					code : B1
Tranches Horaires	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
J1	12	7	19	23	12	9	1	0	2	3	0
J2	21	2	17	26	16	6	8	1	0	1	0
J3	4	1	11	22	19	1	6	17	0	0	1
Moyenne	12,333	3,333	15,67	23,67	15,67	5,333	5	6	0,667	1,333	0,333
Proportion	14%	4%	18%	28%	18%	6%	6%	7%	1%	2%	0%

Date : 3-10-96	Espèce mollusque : B. truncatus					Localité :petit Bagré					code : B2
Tranches Horaires	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
J1	0	0	0	0	0	0	2	4	9	6	1
J2	3	0	0	0	1	0	7	6	12	10	2
J3	4	1	0	0	0	0	2	3	14	5	1
Moyenne	2,3333	0,333	0	0	0,333	0	3,667	4,333	11,67	7	1,333
Proportion	8%	1%	0%	0%	1%	0%	12%	14%	38%	23%	4%

Date : 3-10-96	Espèce mollusque : B. truncatus					Localité :petit Bagré					code : B3
Tranches Horaires	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
J1	0	0	0	0	0	0	2	7	10	3	1
J2	1	0	0	0	0	1	1	8	12	2	0
J3	3	0	0	0	0	0	7	9	11	6	1
Moyenne	1,3333	0	0	0	0	0,333	3,333	8	11	3,667	0,667
Proportion	5%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	28%	39%	13%	2%

Date : 3-10-96	Espèce mollusque : B. truncatus					Localité :Mogtédo					code : B4
Tranches Horaires	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h
J1	6	0	0	2	5	7	10	1	0	1	0
J2	4	0	0	0	3	8	17	9	0	0	0
J3	0	0	1	2	9	8	13	14	3	1	1
Moyenne	3,3333	0	0,333	1,333	5,667	7,667	13,33	8	1	0,667	0,333
Proportion	8%	0%	1%	3%	14%	18%	32%	19%	2%	2%	1%

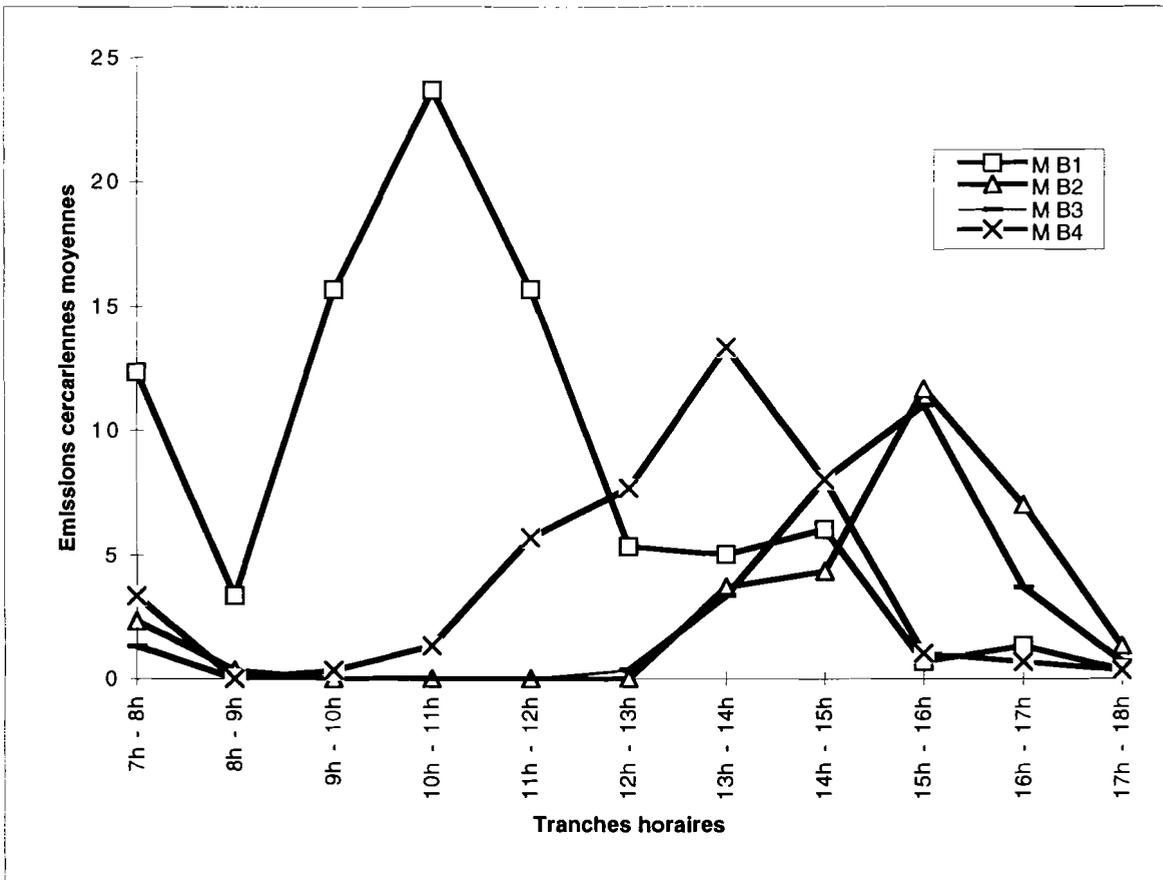


Figure 3. Représentation schématique des émissions cercariennes moyennes

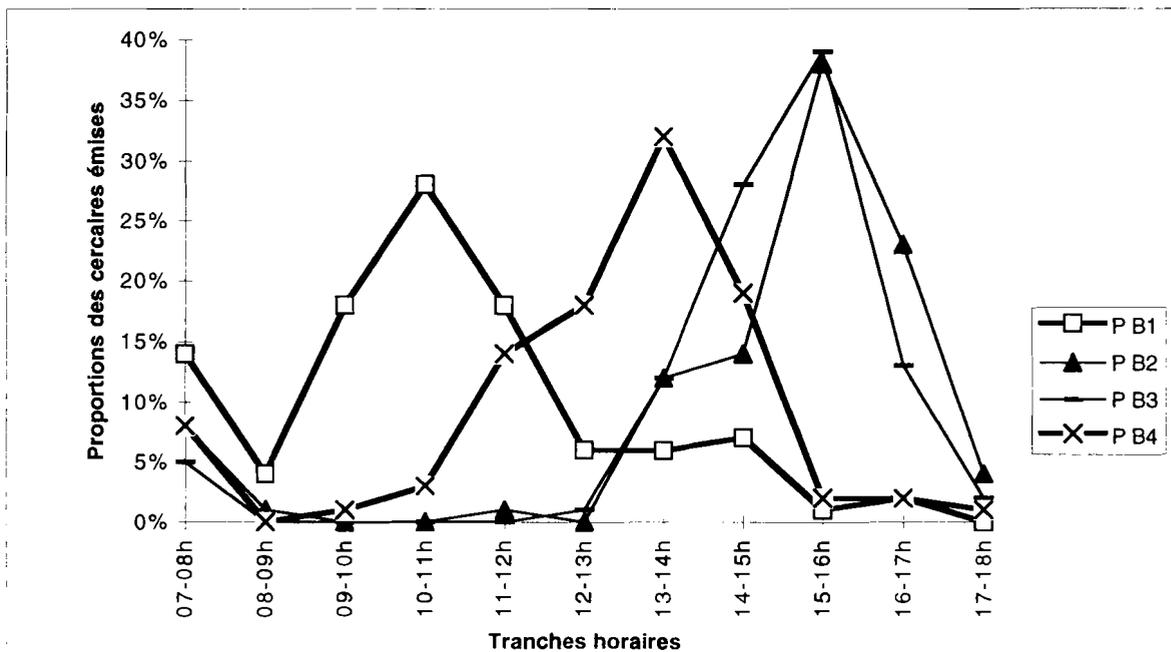


Figure 4. Représentation schématique des proportions de cercaires émises par tranche horaire

II Résultats parasitologiques chez le bétail domestique

II.1 Espèces de schistosomes du bétail domestique découvertes au Burkina Faso

II.1.1 Présentation des résultats

Grâce à la morphologie des oeufs intra-utérins des vers femelles, deux espèces de schistosomes zoophiles ont été mises en évidence au Burkina Faso. Il s'agit de *S. bovis* (photo 2 et 3) et de *S. curassoni*. Sur un total de 120 bovins examinés à l'abattoir de Ouagadougou, 34 hébergeaient *S. bovis* soit une prévalence de 28,33%. A Bobo, 60 bovins ont été examinés, 10 présentaient une infestation monospécifique à *S. bovis* et un seul bovin une infestation mixte à *S. bovis* et *S. curassoni* ; cela donne en terme de prévalence, 16,66% pour une infestation monospécifique à *S. bovis* et 1,66% pour l'infestation mixte.

Au niveau des petits ruminants (ovins, caprins) 13 animaux ont été examinés à Bobo et 7 à Mogtédou mais tous étaient indemnes de schistosomiasis. Les résultats sont regroupés dans le Tableau VI.

Tableau VI : Données parasitologiques sur le bétail domestique

Localités et dates	Bovins				Ovins et caprins	
	Ex.	Prévalence <i>S. bovis</i>	Prévalence <i>S. curassoni</i>	Prévalence mixte	Ex.	Positifs
Ouagadougou Juillet - Août 1996	120	28,33%	0	0	0	0
Bobo Septembre 1996	60	16,66%	0	1,66%	13	0
Mogtédou	0	0	0	0	7	0

Ex = Nombre de bêtes examinées



Photo 2 : Oeuf de *S. bovis* récolté à l'abattoir de Ouagadougou
(Objectif 10, Grossissement 40)

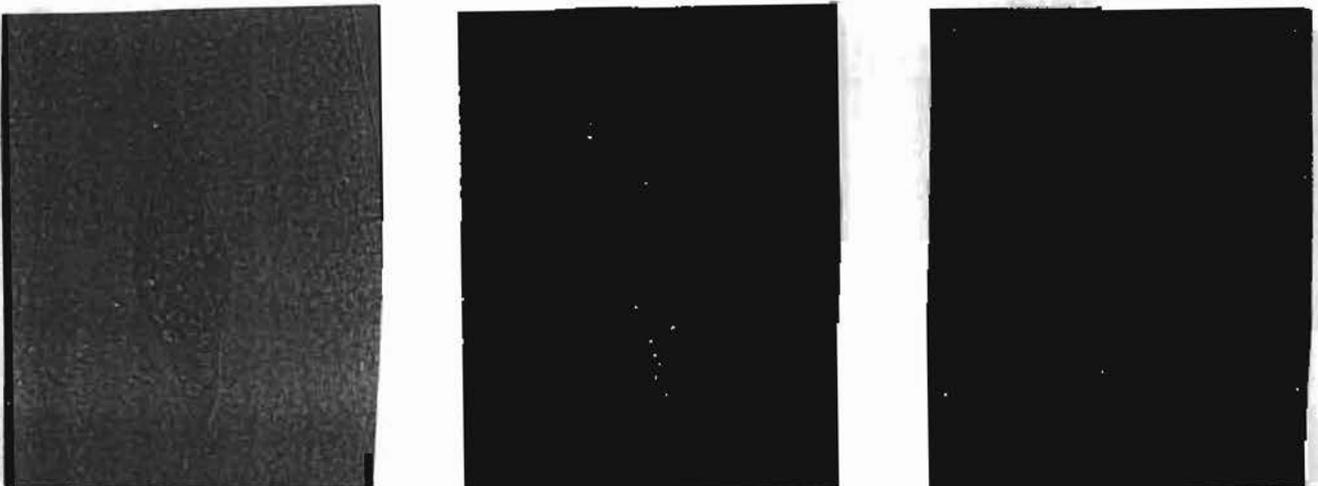


Photo 3 : Différentes morphologies d'œufs de *S. bovis* rencontrées à l'abattoir de
Ouagadougou
(Objectif 10, Grossissement 40)

II.1.2 Interprétations et discussions

Ces enquêtes parasitologiques chez le bétail ont permis de mettre en évidence au Burkina Faso la présence de *S. bovis* et *S. curassoni* deux espèces de schistosomes zoophiles couramment rencontrées en Afrique de l'Ouest.

Ces résultats confirment ainsi nos hypothèses posées au départ. En effet bien que jusque là aucune étude spécifique s'adressant à ces parasites n'a vu le jour, plusieurs facteurs laissent prévoir leur présence dans le pays :

- Tout d'abord sur le plan géographique, le Burkina Faso est situé dans une zone où *S. bovis* et *S. curassoni* sont présents, parfois avec un parasitisme élevé se traduisant par des prévalences et des charges parasitaires importantes. Ainsi au Sénégal, *S. bovis* est largement répandu avec une prévalence allant de 15 à 62% principalement chez les bovins. *S. curassoni* y a été mis en évidence surtout chez les petits ruminants à des taux de fréquence de 2 à 16% (DIAW et VASSILIADES, 1987).

Dans des pays limitrophes du Burkina Faso ces deux espèces de schistosomes ont été mises en évidence. Il s'agit essentiellement du Niger et du Mali, où *S. bovis* et *S. curassoni* sont en situation sympatrique, et où des hybridations entre ces deux espèces ont été découvertes. Au Niger, c'est *S. bovis* qui est l'espèce la plus répandue avec des prévalences de 25,16% chez les bovins et 1,64% chez les petits ruminants ; *S. curassoni* est surtout limité au département de Zinder (BREMOND *et al* 1990b, 1992). Au Mali, *S. bovis* est présent à Bamako, à Mopti où sur 47 ruminants examinés, 28 l'hébergeaient tandis que *S. curassoni* est rencontré chez 24 caprins sur 78 examinés (ROLLINSON *et al.*, 1989). Entre ces deux pays et le Burkina Faso, on assiste à des migrations humaines et animales qui peuvent favoriser la transmission de ces schistosomes.

- Du point de vue climatique, le Burkina Faso possède un climat et un réseau hydrographique favorables au développement et à la multiplication des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes du bétail. En plus des multiples mares temporaires, des lacs, et des cours d'eau naturels, le pays compte plus de mille retenues d'eau artificielles. Ces différents points d'eau constituent des biotopes favorables à la prolifération des pulmonés qui peuvent entretenir des foyers de transmission des schistosomes du bétail.

- Enfin sur le plan malacologique, comme le montrent les données malacologiques du pays (PODA, 1994), on note une abondance des mollusques vecteurs de schistosomes du bétail domestique au Burkina Faso : *B. truncatus* et *B. senegalensis* sont les espèces dominantes. Elles sont rencontrées dans toutes les zones climatiques du territoire national. *B. globosus* est surtout représenté au Sud du pays dans les provinces de la Bougouriba, du Poni, du Houet, de la Sissili, dans l'extrême ouest de la Kossi et dans la province de Boulgou.

B. forskalii est l'espèce dominante dans le bassin de la Sissili au niveau de la province de la Sissili, à Nazinga dans la province du Nahouri. L'espèce la moins représentée est *B. umbilicatus* qui semble être limité à la zone Est du pays au niveau des barrages de la Tapoa (dans la province de la Tapoa), de Bagré (dans la province du Boulgou), de la Kompienga (dans la province du Gourman) et de Nazinga (dans la province de Nahouri). Sa présence dans le marigot de la forêt classée de Ouagadougou doit être confirmée (PODA et al., 1994).

Du point de vue des paramètres parasitologiques enregistrés, nos résultats montrent un taux de prévalence importantes pour *S. bovis* (28,33% à l'abattoir de Ouagadougou et 16,66% à l'abattoir de Bobo-Dioulasso). Ce taux de fréquence est faible pour *S. curassoni*, qui a été mis en évidence uniquement en association avec *S. bovis* chez un seul bovin au niveau de Bobo-Dioulasso. Dans l'ensemble l'intensité du parasitisme est moyenne. Elle représente le nombre moyen de schistosomes par animal positif. Elle est de 49 à Ouagadougou et de 62 à Bobo.

Ces prévalences importantes de *S. bovis* indiqueraient à notre avis une aire de répartition assez étendue de cette espèce au Burkina Faso. Cette large répartition s'expliquerait par la diversité et l'abondance des mollusques hôtes intermédiaires de cette espèce. En effet la plupart des mollusques du genre *Bulinus* présents au Burkina Faso ont été reconnus responsables de la transmission de *S. bovis* dans divers pays de la sous région. Ainsi au Sénégal, *B. forskalii* et *B. globosus* transmettent naturellement ce schistosome, tandis que *B. truncatus*, grâce à des études expérimentales s'est révélé être un excellent hôte intermédiaire avec 63,6% d'infestations réussies pour la même espèce (DIAW et VASSILIADES, 1987). Au Niger, l'association entre les enquêtes de terrain et les approches expérimentales sur la compatibilité mollusque - schistosome ont montré (BREMOND et al., 1991 a et b ; VERA, 1991) que *S. bovis* est compatible avec *B. truncatus*, *B. globosus*, *B. senegalensis*, *B. forskalii* et *B. umbilicatus*.

Au Mali, ces mêmes espèces de bulins sont impliquées dans la transmission de schistosomes du bétail domestique (MADSEN et al., 1987).

Quant à *S. curassoni*, le faible taux de prévalence localisé au niveau de Bobo-Dioulasso pourrait révéler deux cas de situations possibles :

- premièrement une entrée de bétail parasité dans le pays en provenance du Mali (où *S. curassoni* a été mis en évidence). En effet les éleveurs du Mali, en route pour la Côte d'Ivoire transitent par la zone de Bobo-Dioulasso et au cours de leur déplacement, vendent ou font abattre une partie de leur bétail surtout les animaux fatigués donc susceptibles d'être infestés;
- deuxièmement, une aire de répartition réduite de *S. curassoni* au Burkina Faso, due au fait que cette espèce, à la différence de *S. bovis* accepte un spectre plus restreint de mollusques comme hôtes intermédiaires. Son principal hôte intermédiaire reconnu en Afrique de l'Ouest est *B. umbilicatus* (DIAW et VASSILIADES, 1987 ; BREMOND et al., 1991a et b ; VERA, 1991).

B. globosus et *B. senegalensis* sont aussi impliqués, mais à un degré moindre dans la transmission de *S. curassoni* (SOUTHGATE *et al.*, 1985 ; DIAW et VASSILIADES, 1987).

Du côté des petits ruminants, sur 20 ovins et caprins examinés (13 à l'abattoir de Bobo et 7 à Mogtédou), aucun cas d'infestation n'a été découvert. Cela pourrait s'expliquer par deux faits essentiels :

- le comportement des petits ruminants ;
- le faible effectif de nos échantillons.

En effet les ovins et caprins à la différence des bovins pénètrent peu dans l'eau en s'abreuvant. Cela réduirait le temps de contact entre la cercaire (stade infestant du parasite) et la peau de l'hôte définitif, et expliquerait une infestation si elle existe, au niveau de ces petits ruminants d'un taux assez faible donc difficilement détectable avec des échantillons de petite taille.

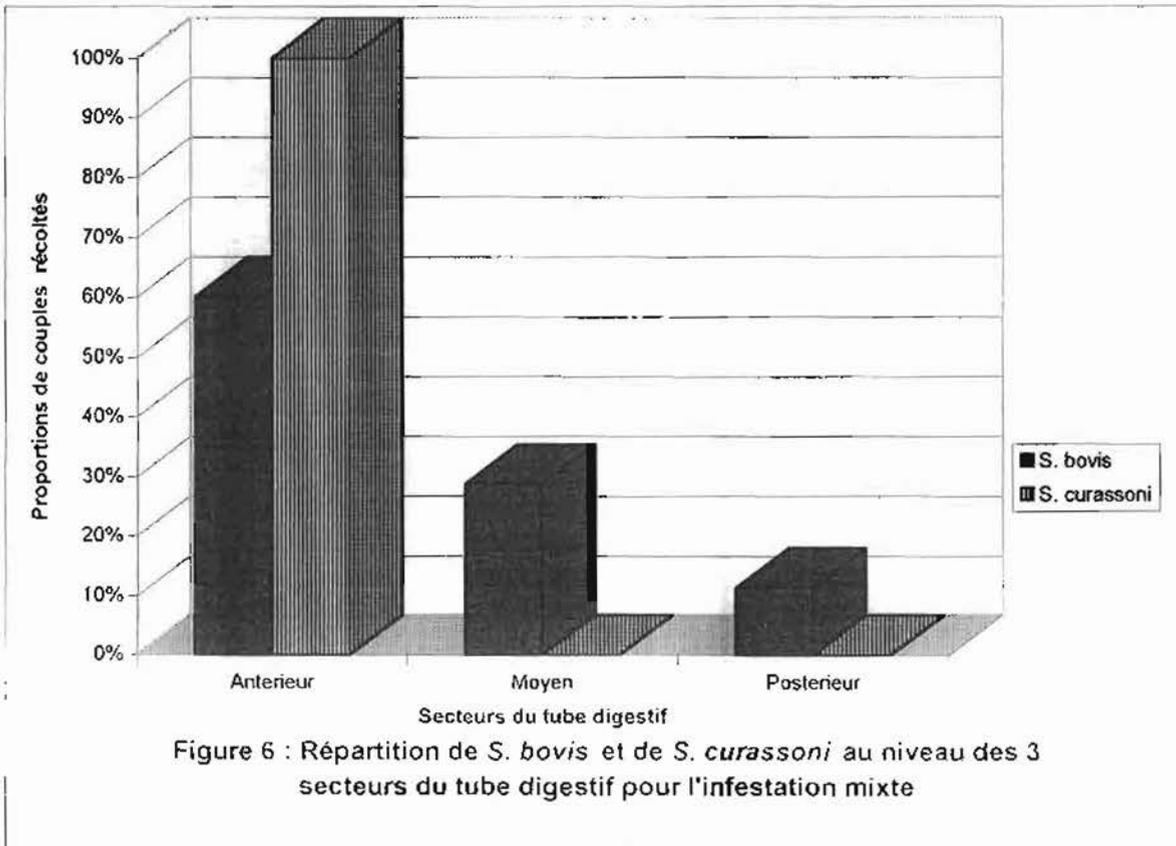
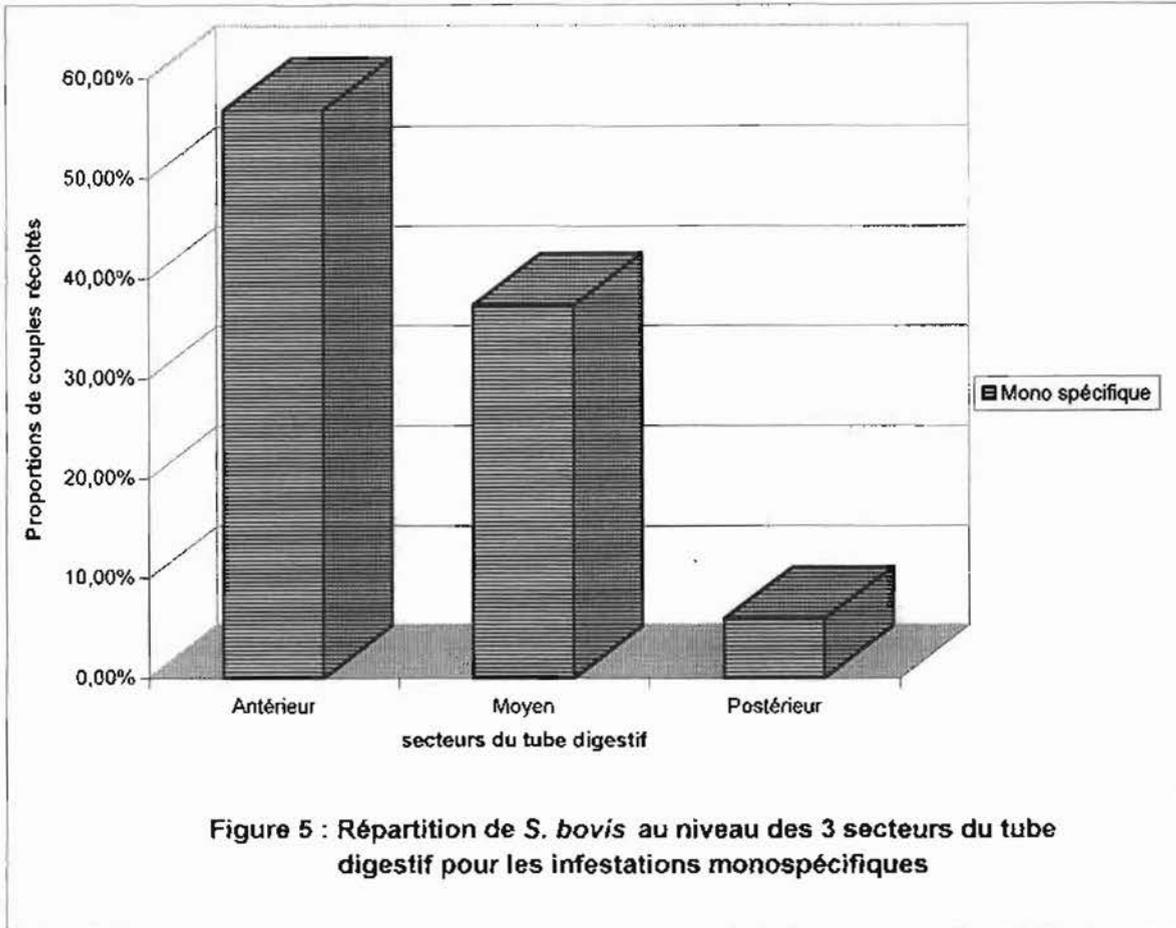
II.2 répartition spatiale des couples de schistosomes dans le tube digestif des animaux examinés

II.2.1 Présentation des résultats

Nous avons apprécié la distribution spatiale des couples de schistosomes dans le système mésentérique en procédant lors de l'examen des animaux à une récolte exhaustive des parasites suivant une sectorisation du tube digestif en trois secteurs : secteur antérieur; moyen et postérieur. Les effectifs de couples de schistosomes récoltés dans chaque secteur ont été ramenés à des pourcentages par rapport à l'effectif total de la population parasitaire de chaque espèce de schistosome, dans chaque type d'infestation (Tableau VII). Les proportions de couples de schistosomes récoltés par secteur du tube digestif ont servi à établir des histogrammes à partir du logiciel Excel (Figures 5 et 6).

Tableau VII : Répartition des couples de schistosomes dans le système mésentérique des animaux examinés

		<i>S. bovis</i>			<i>S. curassoni</i>		
		Secteurs du tube digestif			Secteur du tube digestif		
Type d'infestation	Couples de vers récoltés	Antérieur	Moyen	Postérieur	Antérieur	Moyen	Postérieur
Monospécifique	Nombre	542	356	56	–	–	–
	Proportion	56,81 %	37,31 %	5,88 %	–	–	–
Mixte	Nombre	69	33	13	2	0	0
	Proportion	60 %	28,70 %	11,30 %	100 %	0 %	0 %



II.2.2 Interprétations et discussions

La figure 5 illustre la distribution spatiale de *S. bovis* pour les infestations monospécifiques ; la figure 6 illustre la répartition des deux espèces dans le cas l'infestation mixte. De façon générale, ces résultats montrent que les schistosomes ne sont pas uniformément localisés le long du tube digestif de leurs hôtes.

Pour *S. bovis*, dans les infestations monospécifiques, 56,81% (542/954) des couples de schistosomes ont été récoltés dans le secteur antérieur; 37,31% (356/954) dans le secteur moyen et 5,88% (56/954) dans le secteur postérieur. Au niveau de l'infestation mixte, toujours pour *S. bovis*, 60% (69/115) des couples de schistosomes ont été récoltés dans la première section du tube digestif; 28,70% (33/115) dans la seconde section et 11,30% (13/115) dans la section postérieure. Ces résultats montrent que *S. bovis* en infestation monospécifique est majoritairement localisé au niveau des secteurs antérieur et moyen du tube digestif des animaux. Cette répartition semble se répéter avec l'infestation mixte, mais ce seul cas ne permet pas de voir l'impact du type d'infestation sur la répartition de cette espèce.

Deux couples de *S. curassoni* ont été rencontrés pendant nos enquêtes. Ils étaient tous les deux localisés au niveau du secteur antérieur. Ce nombre limité n'autorise pas une détermination des niches écologiques de cette espèce. Néanmoins grâce à des études expérimentales antérieures (LABBO, 1992), il ressort que *S. curassoni* est préférentiellement localisé dans les deux extrémités du tube digestif des animaux; c'est à dire dans le secteur antérieur et postérieur. Ces mêmes travaux ont montré que *S. bovis* vit principalement dans les sections antérieure et moyenne du tube digestif et que le type d'infestation est sans influence notable sur la répartition de chacune de ces espèces. Les raisons de ces préférences spécifiques sont encore mal définies.

La détermination des microhabitats des espèces de schistosomes au sein du système mésentérique des animaux est très importante. Elle montre des caractères propres à chaque espèce; de ce fait elle peut servir de clef d'identification rapide sur le terrain et dans les milieux ruraux où le matériel fait parfois défaut. Elle permet aussi (LABBO, 1992) dans le cas des infestations mixtes de mettre en évidence les zones du tube digestif au niveau desquelles les interactions entre *S. bovis* et *S. curassoni* ont le plus de chance de se produire.

II.3 Le sex-ratio des schistosomes adultes

II.3.1 Présentation des résultats

Le sex-ratio des schistosomes adultes est le rapport effectif des vers mâles sur celui des femelles. Dans l'ensemble des cas d'infestations monospécifiques à *S. bovis*, 1121 schistosomes mâles ont été récoltés pour 954 femelles. Cela donne un sex-ratio de 1,175.

Pour l'unique infestation mixte rencontré à Bobo-Dioulasso, nous avons procédé à un calcul global du sex-ratio. Cela est dû au fait que le marqueur "morphologie des oeufs intra-utérins des schistosomes femelles" que nous avons utilisé ne donne aucune information sur le statut spécifique des vers mâles; nous avons donc considéré le nombre total des schistosomes femelles (les deux espèces confondues), sur celui des mâles (Tableau VIII).

Tableau VIII : Résultats du sex-ratio des schistosomes adultes récoltés

Localités	Infestations monospécifiques à <i>S. bovis</i>			Infestation mixte		
	Mâles récoltés	Femelles récoltées	Sex-ratio (M/F)	Mâles récoltés	Femelles récoltées	Sex-ratio (M/F)
Abattoir de Ouagadougou	909	774	1,17	-	-	-
Abattoir de Bobo	212	180	1,18	177	117	1,51
Total	1121	954	1,175	177	117	1,51

M = Mâles

F = Femelles

II.3.2 Interprétations et discussions

Comme l'indique le tableau VIII, sur un total de 2075 vers de *S. bovis* récoltés dans l'ensemble des infestations monospécifiques, on notait 1121 mâles pour 954 femelles. Pour l'infestation mixte, 177 mâles ont été récoltés pour 117 femelles. Cela donne des sex-ratios de 1,175 pour les infestations monospécifiques et de 1,51 pour l'infestation mixte.

Ces résultats mettent en évidence un surplus de vers mâles . Cela entraîne des sex-ratios déséquilibrés au détriment des femelles. Le surplus de mâles est davantage prononcé dans le cas de l'infestation mixte. Mais encore une fois de plus, les données d'un seul cas ne suffisent pas pour porter des affirmations. Toutefois des travaux expérimentaux antérieurs (LABBO, 1992) montrent une concordance avec nos résultats.

En effet, les résultats de ces travaux montrent que dans le cas des infestations monospécifiques, les proportions des schistosomes des deux sexes sont relativement comparables et qu'aucune différence significative n'est observée entre *S. bovis* (sex-ratio = 1,02) et *S. curassoni* (sex-ratio = 1,01). Par contre dans le cas des infestations mixtes, ces travaux ont mis en évidence de sex-ratio déséquilibrés en faveur des mâles, surtout pour *S. curassoni* (sex-ratio = 2,50 contre 1,41 pour *S. bovis*).

Cette opposition entre infestations monospécifiques et mixtes pourrait traduire selon LABBO, 1992, une interaction négative entre les deux espèces de schistosomes, ayant une influence sur la réaction immunitaire de l'hôte et entraînant un déficit des femelles facilement détruites.

III Impact des bilharzioses du bétail domestique sur l'économie du Burkina Faso

III.1 Présentation des résultats

Nos enquêtes réalisées dans les abattoirs de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso, ont livré des résultats qui montrent que les schistosomiasés du bétail existent à des prévalences non négligeables et pourraient avoir une importante répartition géographique sur le territoire national, surtout en ce qui concerne *S. bovis*.

Ces résultats ont de plus mis en évidence des cas d'infestations mixtes, cas qui dans certains pays de la sous région ont débouché sur des couples hétérosécifiques donnant des descendances hybrides viables, fertiles et infestantes.

L'ensemble de ces résultats interpelle à plus d'attention pour un pays en voie de développement tel le Burkina Faso dont l'économie nationale repose en grande partie sur l'élevage.

De ce fait, bien que nos résultats ne couvrent pas l'ensemble du pays, et bien que ne disposant pas de données sur la pathologie des bilharzioses à *S. bovis* et à *S. curassoni* au Burkina, il nous a semblé utile, de tenter d'effectuer une estimation approximative des pertes annuelles liées aux schistosomiasis du bétail domestique.

A partir des prévalences observées dans les abattoirs de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso, des prévalences globales ont été calculées. Elles sont de 24,44% pour *S. bovis* seul, et de 0,83% pour l'infestation mixte (Tableau IX).

La pathologie chez les animaux étant liée à la charge parasitaire, nous avons considéré comme au Niger 3 cas (Tableau X) :

- charges faibles pour un nombre de couples parasites compris entre 0 et 9;
- charges moyennes pour le nombre de couples entre 10 et 29;
- fortes charges pour un nombre de couples supérieur à 30.

Les pertes annuelles de poids individuelles liées à ces charges parasitaires sont 0 ; 0,02 ; 0,04 Kg par couple de schistosomes hébergés respectivement pour les faibles, moyennes et fortes charges.

Le parasitisme à *S. bovis* et *S. curassoni* a été décelé principalement chez les bovins au cours de nos enquêtes parasitologiques. L'effectif total de ces ruminants dans le cheptel national est de 4345900 (SG/MARA, 1995).

En tenant compte du fait que les populations mixtes (*S. bovis* et *S. curassoni*) sont responsables du même type de pathologie que *S. bovis* seul, la prévalence globale à *S. bovis* au sens large est de 25%. Cette prévalence appliquée à l'effectif des bovins donne 1098209 animaux infestés, dont 42,22% présentent des faibles charges parasitaires; 33,33% des charges moyennes, et 24,24% des fortes charges. Le nombre moyen de couples de schistosomes dans l'ensemble des cas de charges moyennes est de 14,33 et celui de fortes charges est de 74,63.

La perte en poids globale annuelle due aux charges moyennes est :

$$0,02 \text{ Kg} \times 14,33 \times 33,33\% \times 25\% \times 4345900 = 104905,07 \text{ Kg/an.}$$

Celle due aux fortes charges est :

$$0,04 \text{ Kg} \times 74,63 \times 24,24\% \times 25\% \times 4345900 = 794677,69 \text{ Kg/an.}$$

Cela donne une perte en poids totale de :

$$\underline{899582,76 \text{ Kg/an}} = 899,58276 \text{ tonnes} = 900 \text{ tonnes}$$

En considérant qu'un Kg de viande de bovin au Burkina coûte en moyenne à 700 f cfa, le manque annuel à gagner sur le plan financier lié aux schistosomiasis du bétail est de :

$$\underline{630.000.000 \text{ f cfa/an.}}$$

Tableau IX : Récapitulatifs des aspects quantitatifs du parasitisme des bovins examinés

Localités	<i>S. bovis</i> seul.			Infestation mixte			
	Prévalence	Intensité moyenne	Nbre de couples total	Prévalence	Nbre de couples <i>S. bovis</i>	Nbre de couples <i>curassoni</i>	Intensité moyenne
Ouagadougou	28,33%	23	774	0	0	0	0
Bobo-Dioulasso	16,66%	18	180	1,66%	115	2	12
Global	24,44 %	22	954	0,55 %	115	2	12

Tableau X : charges parasitaires chez les bovins examinés

		0 - 9 couples			10 - 30 couples			> 30 couples		
		Eff	%	C.M	Eff	%	C.M	Eff.	%	C.M
Abattoir de Ouagadougou	<i>S. bovis</i>	16	47,05	3,88	12	35,30	16,33	6	17,65	76,16
Abattoir de Bobo-Dioulasso	<i>S. bovis</i>	3	27,27	1,33	3	27,27	12,33	4	36,36	64
	Populations mixtes	0	0	0	0	0	0	1	9,09	117
Global	<i>S.bovis</i> au sens large	19	42,22	3,53	15	33,33	14,33	11	24,24	74,63

Eff = effectif des bovins parasités pour la catégorie.

CM = Charge moyenne

% = Pourcentage de bovins parasités présentant la catégorie de charge parasitaire

III.2 Interprétations et discussions

Le but de cette étude était d'essayer d'évaluer en toute objectivité dans quelle mesure l'endémie bilharzienne pouvait ou non être considérée comme un problème de santé animale ayant des retombées néfastes sur l'économie nationale du Burkina Faso.

A fin d'établir un bilan sous-estimé plutôt que surestimé, nous avons arbitrairement procédé à quelques atténuations présentant entre autre l'avantage de simplifier les calculs. Cela nous semblait d'autant plus justifié que nous ne disposons à l'heure actuelle d'aucune donnée ni sur les prévalences des schistosomiasis appréciées par l'examen des selles d'animaux de tout âge, ni sur la pathologie comparée des deux espèces de schistosomes zoophiles rencontrées au Burkina.

Ainsi nous avons négligé les pertes en poids liées aux faibles charges parasitaires et la mortalité chez les jeunes animaux. Nous avons négligé des données fondamentales telles que celles touchant la fertilité, la production laitière, le mauvais rendement énergétique, ou encore l'affaiblissement général de l'animal parasité, entraînant une sensibilité accrue à d'autres maladies.

Malgré ces modulations revues à la baisse, notre étude met en évidence un impact non négligeable des schistosomiasis du bétail qui concerne d'après notre estimation plus d'un million de bovins (1098209). Sur le plan financier, les pertes annuelles remontent à 629707950 f cfa.

Signalons que le taux de mortalité dû à la schistosomiase chez les jeunes bovins est démontré égale à 7% au Soudan et estimé à 3% au Niger (BREMOND *et al.*, 1992). En prenant en compte d'un taux de mortalité de 1% au Burkina Faso sur un effectif de jeunes bovins estimé à 10% de celui de l'ensemble des bovins du cheptel national, le même type de calcul conduit à un bilan annuel de plus de 1000 décès de bovins.

Dans tous les cas, les pertes réelles liées à la schistosomiase animale sont nettement supérieures à celles estimées ici et nous pensons que ce bilan à l'échelle nationale interpelle à plus d'attention et nécessite des recherches sur ces parasitoses longtemps négligées.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Grâce à des techniques simples et adaptées, l'endémie bilharzienne a pu être abordée sous un nouvel aspect.

L'approche malacologique par le contrôle au laboratoire, a permis de détecter des mollusques naturellement infestés par des schistosomes. La chronobiologie basée sur le caractère héréditaire du rythme d'émergence des cercaires, a autorisé une distinction chez le mollusque infesté des schistosomes parasites de l'homme de ceux parasites du bétail domestique. Cette même approche malacologique donne des indications sur les régions à risque, susceptibles de constituer des foyers de transmission de schistosomes.

L'aspect original de nos résultats concerne justement la mise en évidence de *S. bovis* et de *S. curassoni* chez le bétail domestique au Burkina Faso. En effet ces schistosomes zoophiles couramment rencontrés en Afrique de l'Ouest et dont la présence dans notre pays n'était que des hypothèses se confirme aujourd'hui. Un côté non moins remarquable du parasitisme découvert, est la cohabitation de *S. bovis* et de *S. curassoni* chez le même hôte. Cela montre que le Burkina Faso n'est pas à l'abri des interactions entre ces deux espèces de schistosomes; interactions qui se soldent très souvent par une descendance hybride viable, fertile et infestante.

La démarche consistant à sectoriser le tube digestif a montré que le système mésentérique des animaux n'est pas une enceinte homogène pour les schistosomes. Chaque espèce possède des niches écologiques qui lui sont propres. Ces microhabitats en plus du fait qu'ils peuvent constituer une clef d'identification des schistosomes, donnent des informations sur les interactions entre les espèces dans les infestations mixtes. Les grandeurs parasitologiques enregistrées et l'estimation des conséquences néfastes dues à ces infestations, montrent que les schistosomiasés du bétail domestiques constituent un problème important pour un pays comme le Burkina Faso.

En définitive, nos résultats bien que incomplets ouvrent diverses perspectives d'avenir. En effet, les données préliminaires de cet ouvrage peuvent être améliorées aussi bien sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif.

D'une part les enquêtes dans les abattoirs pourront suivre leur cours et concerner toutes les provinces du pays pour avoir des données plus représentatives. Ces enquêtes pourront être effectuées à différentes périodes de l'année afin d'apprécier l'impact des variations saisonnières dans la transmission et l'intensité du parasitisme chez les ruminants. Le volet qu'il faudra vérifier est la validité des extrapolations faites à partir des données d'autres pays.

Cette vérification peut être effectuée grâce à des enquêtes portant cette fois sur les prévalences calculées d'après l'excrétion fécale des oeufs au niveau des troupeaux, au lieu de la détection des schistosomes chez les animaux abattus.

D'autre part, la pathologie à *S. bovis* et *S. curassoni* au Burkina Faso, devra faire l'objet d'étude, pour donner des résultats qui pourront permettre l'élaboration d'une lutte rapide de ces parasitoses.

Enfin, nos enquêtes malacologiques ont mis en évidence la présence de schistosomes humain et animal dans la zone de Bagré ; cette région par le fait qu'elle constitue un pôle attractif possède un profil qui peut favoriser des interactions entre différentes souches de schistosomes et contaminer des stations encore saines dont le nouveau barrage de grand Bagré. Pour cela des suivis malacologiques et parasitologiques sont nécessaires afin de pouvoir empêcher cette extension des bilharzioses.

BIBLIOGRAPHIE

ALBARET J. L., PICOT. H, DIAW O. T., BAYSSADE-DUFOUR C., VASSILIADES G., ADAMSON M., LUFFAU G. & CHABAUD A. G., 1985. - Enquêtes sur les schistosomes de l'homme et du bétail au Sénégal à l'aide des identifications spécifiques fournies par la chétotaxie des cercaires II. Nouveaux arguments pour la validation de *S. curassoni* (BRUMPT, 1931), parasite de l'homme et des bovidés domestiques. Ann. Parasitol. Hum. Comp., 60(4): 417 - 434.

ANDERSON R.M., MERER J., WILSON R.A. et CARTER N.P., 1982. - Transmission of *Schistosoma mansoni* from man to snail : experimental studies of miracidial survival and infectivity in relation to larval age, water temperature, host size and host age. Parasitology, 85 : 339 - 360.

BALLAND P., 1992. - Sécheresse, vies animales et végétales dans les cours d'eau, les barrages et les estuaires. Sécheresse, 3 (1) : 45 - 56.

BASCH P.F., 1975. - An interpretation of snail-trematode infection rates : specificity in based on concordance of compatible phenotypes. Inter.Journal Parasitol., 5 : 449 - 452.

BAYSSADE-DUFOUR C., CABARET J., NGENDAHAGO L. D., ALBARET J. L., CARRAT C., CHABAUD A., 1989. - Identification of *Schistosoma haematobium*, *S. bovis* and *S. curassoni* by multivariate analysis of cercarial papillae indices, Inter. Journal Parasitol., 19 : 839 -846.

BECKET R. et SAOUT J., 1969. - La biharziose intestinale à *Schistosoma intercalatum* en Haute Volta. Bulletin de Soc. de Pathol. Exot., 2 (1) : 146 - 151.

BETTERTON C., FRYER S. E., & WRIGHT C. A., 1983. - *Bulinus senegalensis* (mollusca : *Planorbidae*) in northern Nigeria. Ann. Tropic. Med. Parasitol., 77 (2) : 143 - 149.

BETTERTON C., NDIFON G. T. & TAN R. M., 1988. - Schistosomiasis in Kano state, field studies on aestivation in *Bulinus rohlfsi* (CLESSIN) and *B. globosus* (MORELET) and their susceptibility to local strains of *Schistosoma haematobium* (BILHARZ) ; Ann. Tropic. med. Parasitol. 82(6) : 571 - 579.

BREMOND P., 1990. - Application des techniques électrophorétiques à deux aspects de la biologie des populations de schistosomes africains - Caractérisation des parasites et de leurs hôtes intermédiaires. Détection des schistosomes hybrides .In act.Conf.Intern. O.C.C.G.E. Schist. Niamey 30 janvier - 02 février 1990 : 182 -189.

BREMOND P., LABBO R., NAMEOUA B., MAUNY F., 1992. - Impact des bilharzioses du bétail domestique sur l'économie de la république du Niger : Estimation des pertes liées aux schistosomiasés à *S. bovis* et *S. curassoni* chez les bovins et petits ruminants (ovins et caprins). Rapport CERMES (ORSTOM / O. C. C. G. E.) n° 6. 92, Niamey, Niger : 18 P.

BREMOND P., MOUCHET. F., CHEVALIER P., SELLIN E., VERA C. & SELLIN B., 1990a. - Flux génique entre *Schistosoma bovis* et *S. curassoni* au Niger. VIIth Inter. Cong. Parasitol. 20 -24 août 1990, Paris, France.

BREMOND P., MOUCHET. F., CHEVALIER P., SELLIN E., VERA C. & SELLIN B., 1990b. - Les bilharzioses humaine à *Schistosoma haematobium* et animales à *S. bovis* et *S. curassoni* dans le centre du Niger : Département de Zinder ; Régions de Maradi, Birni N'Konni, Tahoua et Agadez. Rapport CERMES n° 2 / 1990.

BREMOND P., NAMEOUA B., SELLIN E., MOUCHET F., VERA C. & SELLIN B., 1991a - Les bilharzioses humaine à *Schistosoma haematobium* et animales à *S. bovis* et *S. curassoni* dans le centre du Niger : Enquête malacologique sur les mollusques hôtes intermédiaires dans les départements de Zinder et Maradi. Rapport CERMES (ORSTOM / O.C.C.G.E.) n°1. 91, Niamey, Niger : 14 p.

BREMOND P., VERA C., MOUCHET F., SELLIN E., COURET D. & SELLIN B., 1991b. - Variabilité de la transmission des schistosomiasés anthropophile à *Schistosoma haematobium* et zoophiles à *S. curassoni* et *S. bovis* au Niger : Implications épidémiologiques. Cong. Soc. Franç. Parasitol., 13 -14 Décembre 1991, Orléans, France.

CARBONNEL J. P., 1983. - Evolution climatique récente en Haute Volta I. Un paramètre pluviométrique peu utilisé : La pluie journalière moyenne annuelle. Not. Doc. voltaïque, 14 (3 -4) Jull. : 1 - 20.

COMBES C., 1982. - La spécificité des schistosomes : Deuxième symposium sur la spécificité parasitaire des parasites de vertébrés, 13 - 17 avril 1981. Mém. Mus.Nat.His.Nat., Zool. , 123 : 235 - 243.

COMBES C., 1993. - Les schistosomiasés, l'eau et l'homme. Rev. Prat. (Paris), France.

COMBES C., BAYSSADE-DUFOUR C. & CASSONE J., 1976. - Notes et informations sur l'imprégnation et le montage des cercaires pour l'étude chétotaxique. Ann. Parasitol. Hum.Comp. , 51 (3) : 399 - 400.

DIAW O. T., VASSILIADES G., 1987. - Epidémiologie des schistosomes du bétail domestique au Sénégal. Rev. Méd. Vét. Pays Trop., 40 (3) : 265 - 274.

DUKE B.O.L. et MC CULLOUGH F.S., 1954. - Schistosomiasis in the Gambia II. The epidemiology and distribution of urinary schistosomiasis. Ann. Trop. Med. Parasitol. 48 : 287 - 299

GOLL P.H. et WILKINS H.A., 1984. - Field studies on *Bulinus senegalensis* and the transmission of *Schistosoma haematobium* infection in Gambia community. Tropen. parasitol., (35) : 29-36.

GRETILLAT, S., 1963. - Contribution à l'étude de l'épidémiologie des bilharzioses humaines et animales en Haute Casamance (Sénégal) et en Mauritanie. Rev.Elev. Méd.Véter. pays Trop. , 16 , 323 - 334.

GUINKO S., 1984.- Végétation de la Haute Volta. Thèse Doctorat es Sciences Naturelles U.E.R. Aménagement et Ressources Naturelle Université de Bordeaux III, vol. 2 394p.

JOURDANE J., 1982. - Etude des mécanismes de rejet dans les couples mollusque-schistosome incompatibles à partir d'infections par voie naturelle et par transplantation microchirurgicale de stades parasitaires. Acta tropica, 39 : 325-335.

LABBO R., 1992. - Contribution à l'étude des schistosomiasis du bétail domestique au Niger : Performances comparées de *Schistosoma bovis* et de *S. curassoni* et interactions expérimentales chez les petits ruminants (ovins et caprins) : 67p.

LABBO R., 1991. - Contribution à l'étude des schistosomiasis à *Schistosoma bovis* et *S. curassoni* chez le bétail domestique au Niger : efficacité de la transmission parasitaire de l'hôte définitif à l'hôte intermédiaire pour des schistosomes maintenus expérimentalement sur petits ruminants (ovins et caprins). Rapport de stage de fin de troisième année, Faculté d'Agronomie, Université de Niamey, Niger : 30 p.

LEROUX P. L., 1954. - Hybridation of *Schistosoma mansoni*. Transac.Royal Soc. Tropic. Med. Hyg., (52) : 12-13.

LO. C. T., 1972. - Compatibility and host-parasite relationships between species of the genus *Bulinus* (Basommatophora : *planorbidae*) and an egyptian strain of *Schistosoma haematobium* (Trematoda : *Digenia*). Malacologia, 11 (2) : 225-280.

MADSEN H., COULIBALY G. et FURU P., 1987. - Distribution of fresh water snail in the river Niger basin in Mali with special reference to the intermediate hosts of schistosomes. Hydrobiologia, 146 : 77 - 88.

MANDALH - BARTH G., 1973. - Description of new species of african fresh water. Molluscs. Proc. Malc. Soc. Land., (40) : 277 - 286.

MOUAHID A., THERON A., 1986. - *Schistosoma bovis* : patterns of cercarial emergence from snails of genera *Bulinus* and *Planorbarius*. Exp. Parasitol., 62 : 389 - 393.

MOUCHET F., VERA C., BREMOND P., SELLIN E. & SELLIN B., 1990. - Utilisation de marqueurs biologiques dans l'étude des schistosomes au Niger. VIIth Inter. Cong. Parasitol. (ICOPA VII), 20 - 24 Août 1990, Paris, France. In : Bul. Soc. franç. Parasitol., 8, Suppl. 2 : 715.

N'GORAN K. E., 1987. - Situation épidémiologique des schistosomes en zone rurale du centre de la Côte d'Ivoire. Influence d'un barrage à vocation agro-pastorale. Thèse de 3^{ème} cycle C.E.M.U.; Faculté des Sciences et Techniques. Université Nationale de Côte d'Ivoire: 108 P.

NDIFON G. T., BETTERTON C. et ROLLINSON D., 1988. - *Schistosoma curassoni* and *S. bovis* in cattle in northern Nigeria. Journal helminthol., 62 : 33 - 34.

PODA J.N, SAWADOGO L., 1994. - Hôtes intermédiaires et prévalence de la bilharziose au Burkina Faso. Sc. Tech., vol. XX(2) : 54 - 67.

PODA J. N., SELLIN B., SAWADOGO L., SANOGO S., 1994 - Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des schistosomes et de leurs biotopes au Burkina Faso. O.C.C.G.E. Info. n° 101 : 12 - 19.

PODA J. N., SELLIN B., SAWADOGO L., 1994 - Dynamique des populations de *Bulinus senegalensis* (Müller, 1781), dans une mare temporaire de la zone nord-soudanienne du Burkina Faso. Rev. Elev. Méd. Vét.pays Tropi. 47 (4) : 375 - 378.

RICHARD C. S., 1975a - Genetics factors in susceptibility of *Biomphalaria glabrata* for different strains of *Schistosoma mansoni*. Parasitology, 70: 221 - 241.

RICHARD C. S., 1975b - Genetic studies on variation in infectivity of *Schistosoma mansoni*. Journal parasitol., 61 : 233 - 236.

ROLLINSON D., VERCRUYSSSE J., SOUTHGATE V.R., MOORE P.J., ROOS G.C., WALKER T.K. et KNOWLES R.J., 1987 - Observations on human and animal schistosomiasis in Senegal. In : "Helminth zoonoses", GEERTS S., KUMAR V., BRANDT J. (Ed.). MARTINUS NIJHOFF Publishers, DORDRECHT, NETHERLAND, The hague : 119 - 131.

SECRETARIAT GENERAL du MINISTERE de l'AGRICULTURE et des RESSOURCES ANIMALES, 1995 - Bulletin annuel statistique de l'élevage.

SELLIN B., SIMONKOVICH E. et ROUX J., 1980 b - Etude de la répartition des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes en Afrique de l'Ouest. Premiers résultats. Med. Trop., 40(1) : 31 - 39.

SELLIN B., SIMONKOVITCH E., DIARASSOUBA Z., 1980. - Les mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes dans le secteur de Dori, Kaya, Ouahigouya et Dédougou. n° 7357. Doc. Tech. O .C. C. G. E.

SMITHERS S. R., 1956. - On the ecology of schistosome vectors in the Gambia with evidence of their role in transmission. Transac. Royal Soc. Trop. Med.Hyg., 50 (4) : 354 - 365.

SOUTHGATE V.R., ROLLINSON D., ROSS G.C., KNOWLES R.J. et VERCRUYSSSE J., 1985. - *Schistosoma curassoni*, *S. heamatobium* and *S. bovis* from Senegal development in *Mesocricetus anratus*, compatibility with species of *Bulinus* and their enzymes. Journal Nat.Hist., 19 : 1249 - 1267.

SYMOENS J. J., BURGIS M. et GAUDET J. J., 1982. - Ecologie et utilisation des eaux continentales africaines. Ser. Tech. du PNUE 1 : 212 p.

TAYLOR M.G., 1970. - Hybridation experiments of five species of african schistosomes; Journal Helminthol., 44 : 253 - 314.